حكومة إقليم كوردستان – العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للمناهج و المطبوعات

# الجغرافية الطبيعية

## للصف الحادي عشر الإعدادي الأدبي

**تأليف**

الدكتور ابراهيم شريف
الأستاذ عبد الوهاب الدباغ
الدكتور خطاب العاني
فيصل نجم الدين

الطبعة السادسة والثلاثون ٢٠١٦م ٢٧١٦كوردي ١٤٣٧/هـ

المراجعة والاشراف العلمي : ويسي صالح حمد أمين
الترجمة والتصحيح اللغوي : عبد الله عبد الرحمن
التصميم :عثمان بيرداود كواز
المشرف الفني على الطبع : عثمان بيرداود كواز
ثاري محسن احمد
التنضيد الالكتروني : فيصل عبد العظيم
تصميم الغلاف : عادل زرار

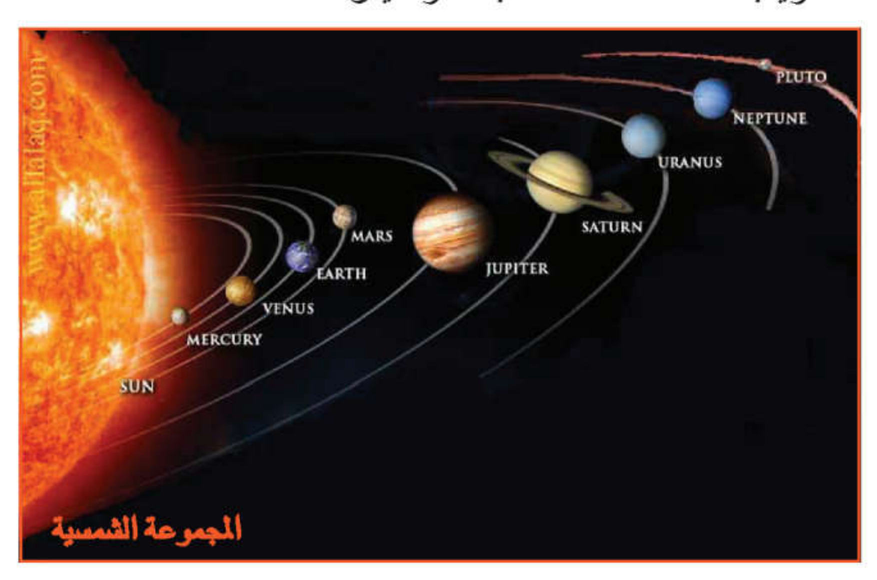
# الفصل الأول

## المجموعة الشمسية (Solarsystem)

مكونات المجموعة الشمسية:

١ – الشمس. ٢ – الكواكب. ٣ – الاقمار(التوابع).

٤ – الكويكبات. ٥ – المذنبات والنيازك.

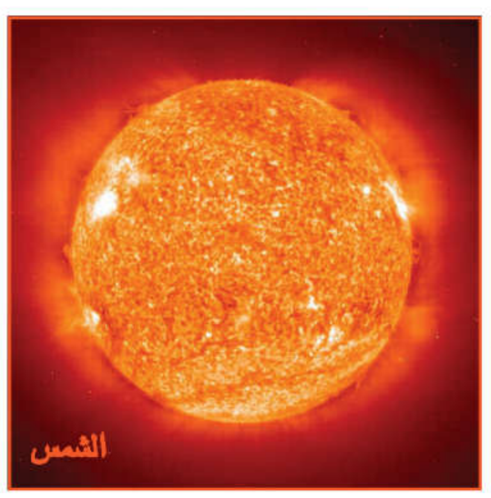



### ١ – الشمس (The Sun).

الشمس اكبر جسم في المجموعة الشمسية من حيث الكتلة، وبالنسة للكواكب الاخرى في الكون تعتبر كوكباً متوسطاً، وحجمها اكبر من حجم الكرة الارضية بـ(٣٣٥) الف مرة، وتقع وسط المجموعة التي يرتبط كل منها بالشمس بقوة جذب كبيرة وتدور في مدار شبه دائري حولها.

الشمس كتلة ملتهبة وهي مصدر كبير لتوفير القوة والطاقة اللتان تسببان الانفجارات المستمرة، النتوءات التي تقع على سطح الشمس عبارة عن لهب احمر تصل حرارته الى اكثر من مليون درجة مئوية، وتصل درجة حرارة الغلاف الخارجي الى (٦٠٠٠) درجة مئوية ودرجة حرارة باطن الشمس تصل

الى (١٥) مليون درجة مئوية، تفقد الشمس في كل ثانية (٤,٦) بليون طن من المواد على شكل طاقة مما يضمن قرب نهايتها.




يقدر عمر الشمس بـ (٤,٦) بليون سنة، وقد احترقت لحد الآن نصف كمية الهيدروجين الموجود فيها، لكن العلماء يعتقدون انها ستستمر الى (٥) بلايين سنة اخرى.

اضافة الى البروزات التي تمتد الى ملايين الكيلومترات على سطح الشمس، هناك هوات كبيرة جداً قاتمة اللون تشبه مخارج البراكين الثائرة، بعضها كبير الى درجة تتسع لكوكب مثل الارض، وهناك بقع سوداء تعرف بالبقع الشمسية تتغير اعدادها نتيجة دوران الشمس حول نفسها، ويؤثر ظهورها ودورانها على حرارة الشمس.

## ٢ - الكواكب:




اجسام ثابتة مثل الارض، لا ينبعث منها الضوء او الحرارة، وتضاء بسبب اشعة الشمس التي تسقط عليها فتعكسها بدورها.

البعد بين الشمس والكواكب الاخرى يتراوح بين(٥٨ مليون كم) و(٥٩٠٠مليون كم) تدور في مدارات مختلفة حول الشمس، وهي:(عطارد، الزهرة، الارض، المريخ،المشتري، زحل، اورانوس، نبتون)*.

---

* وقد تم حذف بلوتو من تصنيف الكواكب مجموعتنا الشمسية بسبب صغر حجمه وذلك في يوم ٢٤-٨-٢٠٠٦ ويبلغ حجم بلوتو أقل من خمس حجم الارض.




وتنقسم الكواكب الى مجموعتين، هما:

أ - الكواكب الاربعة الاولى (عطارد، الزهرة، الارض، المريخ) وتعرف بالكواكب الداخلية أو العمودية، وهي قريبة من الشمس وتكوينها عمودي واحجامها صغيرة، والارض اكبر هذه الكواكب حيث يبلغ قطرها (١٢٧٥٨ كم) وهي الكوكب الوحيد الذي توجد الحياة على سطحها، واقمار هذه الكواكب قليلة العدد، فللارض قمرٌ واحد وللمريخ قمران واما عطارد والزهرة فهما بدون قمر.

ب - الكواكب البعيدة او الغازية وهي:(المشتري، زحل، اورانوس، نبتون، وهي غازية الشكل وكبيرة، فنبتون مثلاً وهو اصغر كواكب المجموعة طول قطره اطول من قطر الارض باربع مرات، ولها اقمار كثيرة (المشتري ٦١ قمراً، زحل ٤٦ قمراً، اورانوس ٣٠ قمراً، نبتون ١٧ قمرا ).

### عطارد (Mercury):

وهو اقرب كوكب من الشمس، فالمسافة بينهما (٥٨ مليون كم) معدل سرعة دورانه حول الشمس (٤٨ كم في الثانية) ويدور مرة حول الشمس خلال (٨٨) يوماً، وهو اسرع الكواكب.

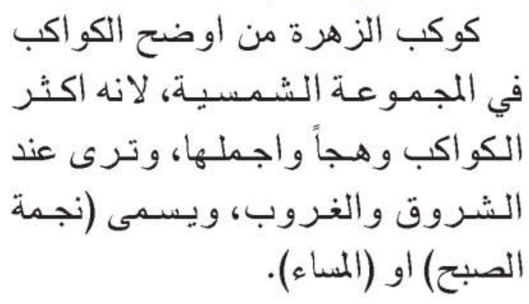
كوكب عطارد

سطحه مغطى بغلاف من الصخور الحديدية، وفيه الكثير من الحفر الناتجة عن اصطدام (النيازك)به .و يدور خلال (٥٩) يوماً ارضياً حول نفسه مرة واحدة، لذلك فان احد وجوهه

يواجه الشمس وتصل درجة حرارته (٤٣٠) درجة مئوية اما الجهة المظلمة فتصل درجة الحرارة الى (-١٧٠درجة مئوية ) ان رؤية هذا الكوكب صعبة جداً لانه قريب من الشمس جداً.

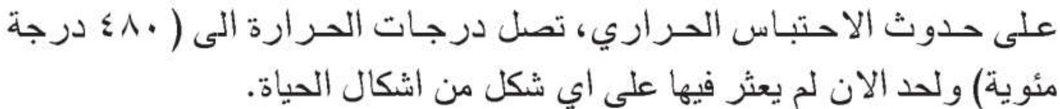
### الزهرة (Venus):



كوكب الزهرة من اوضح الكواكب في المجموعة الشمسية، لانه اكثر الكواكب وهجاً واجملها، وترى عند الشروق والغروب، ويسمى (نجمة الصبح) او (المساء).

الزهرة اقرب كوكب من الارض، وسماؤه مغطى باستمرار بغيوم كثيفة، مؤلفة من ثاني اوكسيد الكاربون واوكسيد الكبريت، اللذان يساعدان



على حدوث الاحتباس الحراري، تصل درجات الحرارة الى ( ٤٨٠ درجة مئوية) ولحد الان لم يعثر فيها على اي شكل من اشكال الحياة.

دوران كوكب الزهرة هو بعكس اتجاه دوران الكواكب الاخرى، حيث يدور حول نفسه مرة واحدة خلال (٢٤٣ يوماً ارضياً) وينهي دورانه حول الشمس خلال (٢٢٥ يوماً ارضياً).

### المريخ (Mars):




وهو رابع كوكب من بعد الارض من حيث بعده عن الشمس حيث يبعد(٢٢٨ مليون كم)، بسبب لونه الاحمر سماه اليونانيون باله الشّر، حجمه اصغر من الارض لكنه اكبر من قمر الارض، يدور حول الشمس مرة خلال (٦٨٧) يوماً ارضياً، واليوم على المريخ اطول بنصف ساعة من

اليوم على الارض.




يمكن بواسطة التلسكوب مشاهدة بقع حمراء وسوداء على سطح المريخ واخرى بيضاء على قطبيه الشمالي والجنوبي، وكان يعتقد ان تلك البقع البيضاء ثلج وكانت الحمراء تشبه بالصحراء، اما البقع السوداء فيعتقد انها مساحات خضراء، لكن اتضح الان ان هذه البقع السوداء هي صخور سوداء جرفتها الرياح.

لا توجد حياة على كوكب المريخ لكثرة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في في غلافها الغازي، ويعتقد العلماء ان الثلج موجود في قطبيه.

المشتري (Jupiter):

يأتي بعد المريخ من حيث بعده عن الشمس، وهو اكبر من الكواكب الثمانية الاخرى، فهو اكبر حجماً من الارض بـ(٣١٨) مرة، يدور حول الشمس مرة واحدة خلال (١١,٩) سنة ارضية ويدور حول نفسه مرة خلال(٩،٩)* ساعات، وله (٦١) قمراً.

يعتبر المشتري الحامي الطبيعي للكواكب الداخلية (الارض مثلاً) بسبب كبر حجمه، حيث انه اكبر من كل كواكب المجموعة بثلاث مرات، وله جاذبية كبيرة فعندما تدخل النيازك والمذنبات مدارات المجموعة الشمسية فانه يجذبها ويمنعها من الاصطدام بالكواكب الاخرى، وكمثال على ذلك مذنب (شوميكو - ليف) الذي سقط على المشتري عام ١٩٩٤، ولو سقط على الارض لكان انهى كلَّ شيءٍ.

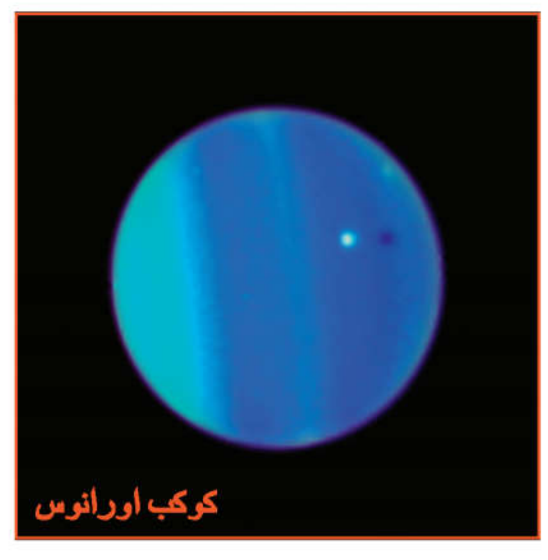



*(٩,٥٥ تسع ساعات وخمس وخمسين دقيقة) أي مايقارب نسبة (٩,٩)










### زحل (Saturn):

يتميز عن الكواكب الاخرى بالحلقات الثلاث التي تحيط به، وبسبب بعده عن الشمس فان درجة حرارته تبلغ(-١٨٠ و -٢٠٠ درجة مئوية).

### اورانوس (Uranus):

انه سابع كوكب من حيث بعده عن الشمس، لذلك تصعب رؤيته، ان اورانوس مكون من الثلوج والغاز الكثيفين المحيطين بنواة صلبة، وغلافه يحتوي على نسبة قليلة من غاز الميثان، لذا فانه منحه لوناً ازرق مائلاً الى الخضرة.

### نبتون (Neptune):

انه عملاق غازي لا يرى بالعين المجردة ويبعد عن الشمس

(٤٥٠٠مليون كم) ودرجة حرارتـه اقل من كل الكواكب الاخرى من المجموعة الشمسية، حيث تصل الى (-٢٣٥ درجة مئوية).

### ٣ – التوابع (الاقمار):

هناك عـدد كبير من الاقمـار في المجموعة الـشمسية، يـدور كل واحد منها في مدار معين حول الـكواكب، ولـها احجام مختـلفة، وتم اكتشافها من خلال الاقمار الصـناعـية والمـركبـات الفضـائيـة. واعدادهـا كمـا يأتي: (للارض قـمر واحد وا المـريخ قمران و المشتري ٦١ *قمراً، زحل ٤٦ قمراً، اورانوس ٣٠ قمراً، نبتون ١٧ قمراً، ).

### ٤ – الكويكبات (Asteroid):

يقع حـزام الكويكبـات بين مداري المريخ والمشتـري، وهو مكون من صـخـور او مـعادن مثل الكـواكب الداخليـة، ويعتقـد انها من بقـايا كوكب ما، انـفجر بسبب مـعين، فاصـبحت بـقايـاه كويـكبات مـختـلفـة الاحجام، فـيهـا ما يـصـل قطره الى (١٠٠٠ كم) ولا يـتـجـاوز قـطـر بـضـعـهـا مـئـات الامـتار، ومن حـيث الـشكـل فان بـعـضـهـا كروي وبعضـها مفلطح.




في بـعض الاحيان تخرج بعض الكويكبات عن مدارهـا وتـتجه نـحـو الارض، وعنـدمـا تصـطدم بالـغلاف الغازي تحـتك به فتلـتهب وتشكل حزمة ضوئية تسمى بـ(الشـهب) اما القسم الذي لايحترق

* تم اكتشاف أربعة أقمار بواسطة مـنظار غاليلو، وكان الاعتقاد السائد بين علماء الفلك بأنه ليس هناك غيرها و مع مرور الوقت وتـطوير المناظير (تليسكوب) اكتشـفو أقمارا اخري ولكنها صغيرة حيث اكتشف الـفلكي (بـرنارد) عـام (١٨٩٢)الـقمـر أمـالثـيا (Amalthea) ويـبـلغ قطـرة (٢١٠) كم، ومـا أن بدأ الـقرن العشـرون، حتي بدأت الاقمـار تكتشف الـواحد بعد الاخـر. وبلغ عددها عـام ١٩٥١ أثنا عشـر قمرا، وحتي عام ٢٠٠٧ وصـل عدد الاقمار الـكلي الي (٦٣) قمرا، وهذا الـرقم هو اخر رقم معتـمد. أزدياد عدد الاقمار يرتبط بالكويكبات والمذنبات واكـتشافهما مرتبط بالبحث عنهـا و تطوير المناظير. هناك بعض الاقمار حول الكواكب عبارة عن مذنبات أسرتها جاذبية الكواكب نفسه.

ويخترق الغلاف الغازي ويسقط على الارض فيسمى بـ(النيازك) ورغم ان هذه القطع تسقط في الغالب في المحيطات الا ان بعضها تسبب احياناً في كوارث وادى الى تغيرات على سطح الارض، ويعتقد ان انقراض الديناصورات كان بسبب سقوط نيزك كبير قبل ملايين السنين.



الكويكبات

### ٥ – المذنبات (Comet):

مكونة من كتل جليدية وصخرية، وتدور حول الشمس مثل الكواكب السيّارة، لكن مداراتها عادة طويلة جداً، وعندما تقترب من الشمس فانها تذوب وينبعث منها ضوء شديد الوهج وتظهر على شكل كوكب متوهج كبير، ولها ذنب طويل تجذب انتباه الانسان لكنها ما تلبث ان تختفي، وفي بعض الاحيان



الشهب والنيازك

تحتك بقاياها بالغلاف الغازي فتلتهب نتيجة ذلك، واحيانا تسقط على الكواكب الاخرى مثل مذنب (شوميكو-ليف٩) الذي سقط على المشتري سنة ١٩٩٤ ، اما مذنب (هياكوتاكي) فقد شوهد آخر مرة في نيسان عام ١٩٩٦ ويبعد عن الارض مليون كم فقط.

مذنب (هيل-بوب)

تصنف المذنبات الى قسمين:

١ – مذنبات المدارات الطويلة : يستغرق دورانها حول الشمس اكثر من (٢٠٠عام) مثل مذنب (هيل – بوب) الذي مر عام ١٩٩٧ في سماء الاردن ويستغرق دورانه حول الشمس (٢٤٠٠عام).

٢ – مذنبات المدارات القصيرة: يستغرق دورانها حول الشمس اقل من (٢٠٠ عام)، مثل مذنب (هالي) الذي يستغرق دورانه (٧٦ عاماً) وقد شوهد آخر مرة سنة ١٩٨٦ ويتوقع ان يعود عام ٢٠٦٢.



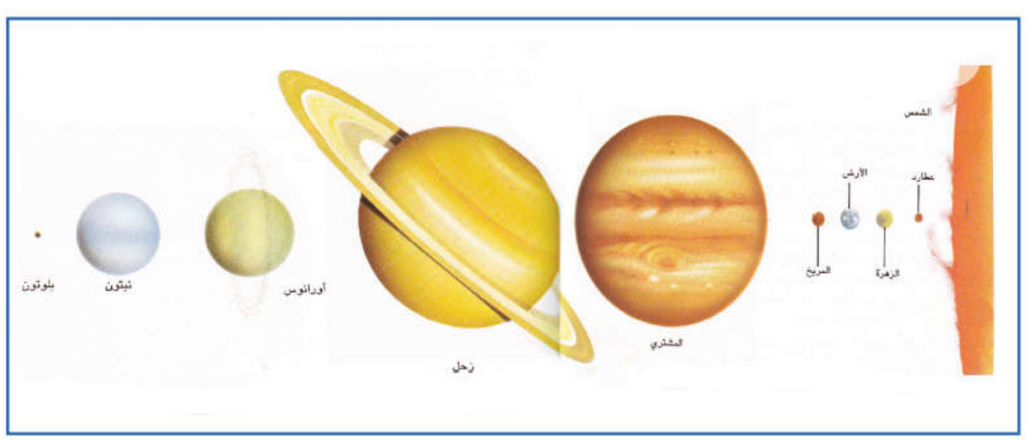
مذنب هالي

# نشأة الأرض

## ١- الطريقة التي تكونت فيها الأرض

حاول المفكرون والعلماء معرفة الطريقة التي تكونت بها كرتنا الأرضية وبقية أعضاء المجموعة الشمسية، فوضعوا لذلك عدة نظريات، سنقتصر على ذكر ثلاث منها فقط كما يأتي:

### أ- النظرية السديمية:




**شكل رقم (١) المجموعة الشمسية**

وهي من أقدم النظريات التي توضح نشوء المجموعة الشمسية. وتفترض هذه النظرية إن أصل المجموعة الشمسية كان سديماً «أي،أنها جسم غازي متوهج عظيم الحجم» يدور حول نفسه ببطء، ثم اخذ السديم يفقد حرارته بالتدريج فتقلص حجمه وازدادت سرعته، حتى بلغت حداً أدت إلى انفصال بعض الأجزاء من وسطه على شكل حلقات عظيمة بصورة متتالية، كان عددها تسع حلقات- أي بقدر عدد الكواكب التي كانت معروفة آنذاك- . وقد حافظت ألأجزاء المنفصلة من السديم على الدوران في نفس الاتجاه الذي كانت تدور فيه مع السديم. ثم أخذت كل حلقة من الحلقات التسع تبرد وتتجمع مادتها حول نقطة مركزية فيها مكونة جسماً كروياً، وبذلك تكونت مجموعة الكواكب السيارة. أما الكتلة المركزية التي بقيت من السديم الأول فقد انكمشت بدورها واستمرت على توهجها وتمثلها الآن شمسنا الحالية.

لم تحظ هذه النظرية بالقبول مدة طويلة وذلك لقيام عدة اعتراضات قوية ضدها، أبرزها مايخص حركة الشمس التي ينبغي أن تكون،بحسب منطوق النظرية،سريعة ومصحوبة بظهور حلقة جديدة في وسطها على وشك الانفصال، كما انفصلت الكواكب في الماضي، وهذا لايتفق مع الواقع حيث تدور الشمس الآن ببطء كبير نسبياً ولا يظهر على وسطها أي أثر لحلقة جديدة جديدة في طريق الانفصال.

## ب- نظريه الكويكبات

وقد ظهرت هذه النظرية في مطلع القرن الماضي، فافترضت أن الشمس وما يتبعها قد كانت في الأصل جرماً سماوياً واحداً، اوشمساً هائلة، ظهر على جسمها بروزان عظيمان بسبب اقتراب أحد النجوم منها،وكان البروز الذي يقع في جهة النجم أكبر من البروز الثاني. ثم حدث انفجار في جسم الشمس الأولى فتناثرت أجزاء هذين البروزين إلى عشر كتل، الفت الكتل على الجانب المواجه للنجم الكواكب الخمسة الكبيرة. أما الكتل الخمس الأخرى على الجانب الثاني لشمسنا الأولى فقد الفت الكواكب الصغيرة ومجموعة الكويكبات.وقد عادت جميع الكتل بعد أن ابتعد النجم عن شمسنا الأولى واندفعت نحوها وأخذت تدور حولها وتحولت كل منها بفعل البرودة من حالتها الغازية الملتهبة إلى مجموعة كبيرة من الأجرام الصغيرة والكويكبات- ومن هنا اتت تسمية النظرية- التي أخذت تتجمع حول بعضها بفعل الجاذبية فظهرت الكواكب السيارة وأخذ حجم كل منها يزداد باستمرار على حساب الأجرام الصغيرة الكثيرة التي تجمعت حولها، ومازالت تكبر حتى الآن على النحو الذي تكبر فيه الأرض في الوقت الحاضر حيث تجذب نحوها النيازك التي تصادفها وتنمو على حسابها بصورة تدريجية. وقد أجريت بعض التعديلات على نظرية الكويكبات[1]، خصوصاً فيما يتصل بتأثير مرور النجم بشمسنا الأولى حيث اعتقد بأن ذلك اقتصر على ظهور «مد» واحدفقط على جسم الشمس من الجهة المقابلة للنجم وكان ذلك المد على شكل مخروط هائل من الغاز امتد من جسم الشمس بقدر المسافة الواقعة الآن بين شمسنا الحالية و «بلوتو»، وقد بلغ سمكه آلاف الكيلو مترات، إلا أنه كان ضيقاً نسبياً عند طرفيه وواسعاً في وسطه. وقد أدى جذب النجم إلى تحطم ذلك

المخروط وانفصاله إلى عشرة أجزاء كونت فيما بعد الكواكب السيارة التسع ومجموعة الكويكبات. وقد تكونت الكواكب السيارة الكبيرة من الأجزاء الوسطى السميكة من ذلك المخروط، بينما تكونت الكواكب السيارة الصغيرة من الأجزاء الضيقة عند طرفي المخروط.

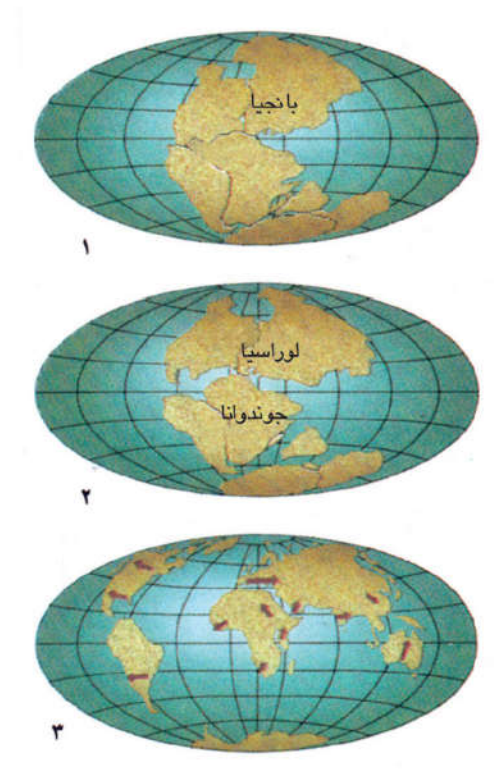
## جـ- نظرية النجوم المزدوجة:

لقد عادت احدث النظريات في تفسير نشوء المجموعة الشمسية الى ما افترضته النظرية السديمية القديمة في هذا الصدد من وجود سحابة عظيمة من الغبار والغاز كانت تدور حول نفسها. ثم تدعي النظرية الحديثة بأن تلك السحابة أخذت تنكمش ببطء تحت تأثير الجاذبية التي تتولد فيها وبالتالي ازدادت سرعة دورانها حول نفسها فارتفعت درجة حرارتها ونشأت في داخلها نقط أو مراكز اضطراب وقد استغرق ذلك دهوراً طويلة حتى اجتمعت مادة السحابة الأولى حول نقطتين أو مركزين فتكون منهما نجمان كبيران اخذ يدور كل منهما حول الآخر شأن كل النجوم المزدوجة العديدة التي يمكن مشاهدتها بواسطة المناظير المقربة (٢). ولم يكن توزيع مادة السحابة الأولى على النجمين بصورة متساوية فكان احدهما اكبر حجماً وأثقل مادة من الآخر مما جعله ينوء بمادته، مما أدى به بعد دهور طويلة إلى الانهيار والانفجار على غرار ما يحصل لبعض النجوم التي يشاهد الفلكيون أحيانا تحطمها في جهات الكون الفسيحة أما النجم الصغير الآخر فقد بقي يلمع ويدور في فلكه في السماء، حيث تمثله الآن شمسنا الحالية.

وقد كان من نتيجة انفجار النجم العظيم اندفاع الغازات والسحب الملتهبة في الفضاء مكونة مايشبه الغلاف الواسع حول النجم الصغير على شكل قرص عظيم، انفصلت منه بعد ذلك حلقات متعددة حيناً بعد آخر، كان عددها بقدر عدد الكواكب السيارة ومجموعة الكويكبات. ثم أخذت مادة تلك الحلقات تتركز على هيئة كرات ضخمة من الغاز الملتهب حتى بردت شيئاً فشيئاً مكونة الكواكب السيارة التي تدور الآن حول الشمس.

## ٢- تصلب قشرة الأرض:

أخذت أرضنا، بعد انفصالها من جسم الشمس الأولى مع بقية الكواكب السيارة الأخرى، تبرد بصورة تدريجية فتحولت من حالتها الغازية إلى الحالة السائلة، حتى تصلبت في النهاية. ودليل ذلك، إننا نجد كثافة المواد لكتلة الأرض تتدرج في الازدياد كلما توغلنا نحو مركزها، ومن الواضح أن هذا الترتيب لكثافة مكونات الأرض، لاينشأ إلا إذا مرت الأرض في الحالة السائلة قبل أن تتصلب، مما أدى إلى انجذاب المواد الثقيلة في الأرض نحو المركز قبل غيرها. ويبدو أن الأرض عندما أخذت تفقد حرارتها وتبرد بصورة تدريجية،




شكل رقم (٢) حركة قشرة الارض

كان سطحها الخارجي أول مابرد منها فتكونت لها قشرة خارجية أحاطت بالأرض من جميع الجهات، أما الزمن الذي استغرقته هذه القشرة في تصلبها فغير معروف بصورة دقيقة.

إن دراسة بعض ماتحتويه من المواد التي تغير تركيبها مع الزمن، تشير إلى مرور ما لايقل عن «٢٠٠٠» مليون سنة منذ تصلبت الأرض وتكونت قشرتها الخارجية، وقد تعرضت قشرة الأرض الخارجية منذ ظهورها لعوامل عديدة أثرت فيها باستمرار فلم تبقها على ترتيبها الأول، خصوصاً وأن باطن الأرض استمر خلال ملايين السنين الماضية بالانكماش بسبب انخفاض درجة حرارة الأرض فعرض قشرتها الخارجية الى تكسر والالتواء وهبوط بعض أجزائها نحو المركز، كما أخذت تظهر على سطحها أنواع عديدة من أشكال السطح والتضاريس كانت أهمها كتل اليابس الواسعة أو (القارات) والى جانبها أغوار (المحيطات) والبحار الواسعة.

ولم تستقر الأشكال الأولى لسطح القشرة الأرضية على حالها فترات طويلة من الزمن، بل كانت دائماً في تغير وتتشكل من جديد مرة بعد أخرى وذلك بتأثير العوامل الباطنية العنيفة من زلازل وبراكين وتحرك بعض أجزاء القشرة الأرضية نفسها، إضافة إلى تأثير العوامل الخارجية التي أخذت تنشط بعد تكون الغلاف الغازي للأرض وسقوط الأمطار وجريان الأنهار وهبوب الرياح...الخ .وقد كان من نتيجة تضافر هذه العوامل جميعاً أن انخفضت أقسام واسعة من سطح القشرة الأرضية وارتفعت أقسام أخرى فتغيرت معها خارطة العالم حيناً بعد آخر واستمر ذلك لفترة طويلة من الزمن حتى أخذت شدة العوامل الباطنية في العهود المتأخرة، بالتضاؤل عما كانت عليه سابقاً مما جعل قشرة الأرض تميل إلى الهدوء والاستقرار فثبتت أشكال سطح القشرة الأرضية وتضاريسها كما نألفها في عصرنا الحاضر إلى حد ما.

وقد استطاع العلماء، في المدة الأخيرة، أن يتتبعوا الأدوار التي مرت على القشرة الأرضية بعد ظهورها وتكونها كما استطاعوا أن يرسموا صورة تقريبية لتوزيع اليابس والماء بحسب تلك الأدوار الماضية، مسترشدين في ذلك بما عثروا عليه في التكوينات الصخرية الحديثة من البقايا العضوية القديمة (المتحجرات) ومسترشدين أيضاً بأبحاث أخرى تتصل بهذا الموضوع .أما العلم الذي يعني بتتبع مراحل تكوين القشرة الأرضية وطبقات صخورها وأنواع الحياة التي انتشرت في الفترات المختلفة التي مرت على تلك الطبقات فيسمى بـ (الجيولوجيا) وتعرف الأزمان التي انقضت على تكون القشرة الأرضية وتطور أشكال الحياة عليها الآن باسم (الأزمنة الجيولوجية) ويقدر كل زمن من تلك الأزمنة بعشرات الملايين من السنين. ويقسم الجيولوجيون تلك الأزمنة إلى أربعة آخرها الزمن الذي لانزال نعيش في مطلعه كما يقسمون هذه الأزمنة في نفس الوقت إلى عصور، يمتد كل واحد منها إلى مئات الألوف من السنين أو ملايين السنين أحياناً.وقد استطاع الجيولوجيون بعد دراسات واسعة معقدة معرفة أهم الظروف التي كانت تسود كل عصر من تلك العصور، سواء من حيث أحوال المناخ أو أشكال الحياة وتوزيعها على جهات الأرض وأنواع الصخور التي تكونت وكتل التضاريس الأرضية بصورة عامة:

## ٣- أغلفة الأرض:

أوضحنا في الصفحات الماضية النظريات التي تصف الكيفية التي نشأت فيها كرتنا ضمن مجموعة الكواكب السيارة. كما أشرنا إلى ماتتميز به من حيث بعدها المتوسط عن الشمس، ودورانها حول نفسها وحول الشمس مما جعل الحرارة تتوزع على جهاتها المختلفة بكيفية معينة، كما أشرنا إلى حجمها الكبير الذي جعل قوة جاذبيتها قادرة على مسك الغازات المتكونة على سطحها دون أن تفلت في الفضاء فصار لها غلاف ساعد بدوره على سقوط الأمطار وتكون البحار والمحيطات والأنهار ..الخ،وانتشارها في مساحات واسعة من سطح الأرض.

نخلص من جميع ما تقدم إلى أن الأرض تتكون بصورة عامة من ثلاثة أغلفة هي:

**أ- الغلاف الغازي. ب- الغلاف المائي. جـ- الغلاف الصلب.**

أ- الغلاف الغازي: ويحيط بالأرض من جميع جهاتها وهو اخف كثافة من جميع أقسام الأرض الأخرى، ولولا عظم جاذبية الأرض لأفلتت الغازات وتبددت في الفضاء. والغلاف الغازي هو الوسيط الذي نعيش فيه نحن وبقية الأحياء الأخرى التي تعتمد على الهواء في وجودها مباشرة. ولولاه لأصبحت جرماً هامداً كالقمر مثلاً، ولما وجدت الحياة على سطحها. ففي الوقت الذي يستطيع فيه الإنسان العيش من دون غذاء لبضعة أيام ومن دون ماء ليومين أو أكثر فأنه لا يستطيع العيش دون هواء لأكثر من دقائق معدودات، وحتى الحيوانات التي تعيش في الوسط المائي فإنها تحتاج إلى الهواء وتحصل عليه مذاباً في الماء، وما الماء الذي يروي حقولنا ويحيي أراضينا إلا ما يحمله الهواء إلينا عن طريق الغيوم والأمطار والثلوج، هذا بالإضافة إلى أن الغلاف الغازي مسخر لخدمتنا فتطير فيه أنواع الطائرات، كما يحمل أصواتنا وينقلها بيننا، ولولاه لما كانت هناك لغة وأية أصوات بين أبناء البشر أو الحيوانات.

ويساعد الهواء، اوالغلاف الغازي، على الاحتفاظ بالحرارة التي تأتينا من الشمس، كما ينقلها ويوزعها على جهات الأرض المختلفة، ويقوم الغلاف الغازي في نفس الوقت بحماية الكائنات الحية من تأثير الأشعة المحرقة وذلك

بمنع وصولها إلى سطح الأرض إلا بقدر ضئيل جداً مما هو ضروري لمتطلبات الحياة. ولولا الغلاف الغازي لانهمرت تلك الأشعة المحرقة على سطح الأرض وأتلفت أجسامنا وأجسام الأحياء الأخرى.

والهواء عامل أساسي في احتراق الوقود الضروري لأغراض الإنسان المختلفة. وهو في الوقت نفسه، يضفي على سماء ألارض اللون الأزرق الرائع الذي يحيط بنا من فوقنا، ولولا الهواء لظهرت السماء سوداء حالكة الظلام حتى في أوقات النهار، ولظهرت الشمس كشعلة هائلة في السماء ومن حولها النجوم المتضائلة النور، كما يصبح الظل ظلاماً دامساً تجاه مناطق ساطعة النور.

**ب- الغلاف المائي:** تحيط المياه بالكرة الأرضية في معظم جهاتها، وما الأجزاء اليابسة من سطح الأرض إلا بمثابة جزر متباينة المساحة تنتشر هنا وهناك في وسط المياه التي تغلب على أكثر من (٧٠٪) من مساحة سطح الكرة الأرضية كلها. ومهما اختلفت أشكال الغلاف المائي وطبيعته بين جهات الأرض،فهو عظيم الأهمية بالنسبة لوجود الحياة، فأجسامنا وأجسام الحيوانات والنباتات تتكون من المياه بنسبة كبيرة، وللغلاف المائي بصورة عامة أهمية في حفظ الحرارة التي تأتينا من الشمس، حيث تختزن مياه البحار والمحيطات مقداراً عظيماً من الحرارة يظهر أثرها في الجهات الساحلية عند غياب الشمس أو في مواسم البرد مما يساعد على انتظام تغير الحرارة على سطح الأرض بصورة عامة.

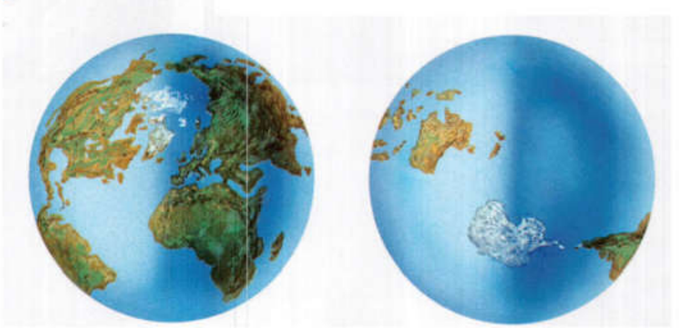
والغلاف المائي في نفس الوقت تعيش فيه أنواع عديدة من الأحياء ولا تستطيع مواصلة الحياة إذا ما انتزعت منه، هذا فضلاً عن الخدمات العديدة التي تيسرها المياه للإنسان سواء في النقل أو توليد الكهرباء والصناعات المختلفة.

**جـ- الغلاف الصلب :** وهو جسم الكرة الأرضية الذي ينتشر عليه الغلافان السابقان المائي والغازي .وتختلف طبيعته بحسب ترتيب أقسامه، اعتباراً من مركز الأرض حتى سطحها الخارجي، وقد تبين من دراسة الزلازل وتسجيلاتها بأن هذه الزلازل لا تخترق الأرض بكيفية واحدة في جميع جهاتها، مما يشير إلى اختلاف أقسامها وطبيعة تلك الأقسام وترتيبها. وقد وجد أن القسم الصلب من الأرض يتألف بصورة عامة من الأقسام الاتية:

## ١- القشرة الأرضية وتتكون من :

**أ- قشرة خارجية تتألف من الصخور المألوفة،** ويختلف سمكها بين لا شيء تقريباً في قعر المحيطات وسمك (٥٠) كيلو متراً. وهي أكثر ماتكون سمكاً في مناطق القارات بينما تصبح في قعر المحيطات وتختفي أحياناً في بعض الجهات الوسطى من المحيط الهادي ويقدر متوسط كثافة القشرة الخارجية للأرض (٢,٨غم/سم٣). وكثافة القشرة الأرضية البحرية بـ (٣,٢غم/سم٣)، وعند هذا العمق أي تحت سطح القارات هنالك سطح انقطاع أو حاجز وهمي يفصل بين هذا الجزء والجزء الذي يليه ويسمى بحاجز (موهو) نسبة إلى العالم الذي اكتشفه.

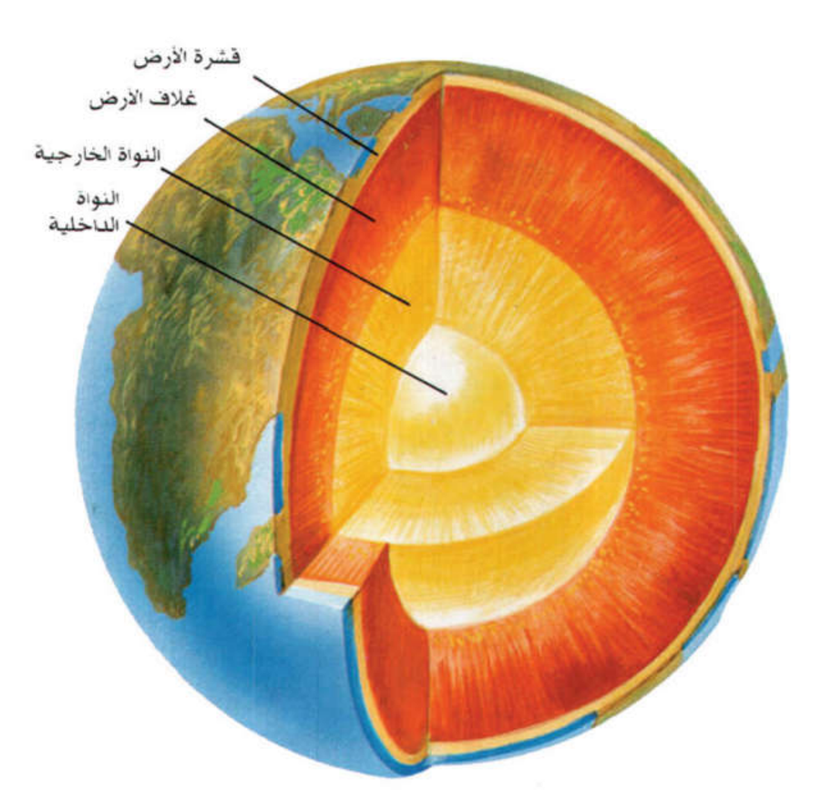
ب- أما السطح الثاني فيقع على عمق ٢٩٠٠كم أي تحت القشرة الأرضية مباشرة وبعد حاجز (موهو) ولغاية لب الأرض ويطلق على هذا الجزء بالوشاح أو ألجبه أو المانتل. وهي تتكون من عجينة من صخور نارية يغلب عليها سيليكات الحديد والمغنسيوم وأنها تغذي البراكين بموادها البركانية.



شكل رقم (٣) الارض

جـ- النواة أو اللب: تظهر النواة أو لب الأرض بعد عمق ٢٩٠٠كم ويستمر لغاية ٦٢٧٠كم. ويعتقد أنها ذات كثافة عالية جداً من منصهر الحديد والنيكل كما في الشكل رقم (٤)

مما تقدم يتضح لدينا أن أقسام الأرض تتغير في كثافتها كلما اتجهنا نحو المركز. فهي تحت القارة تسمى بالسيال لأنها تتكون من السليكا والألمنيوم ونوع صخورها كرانيتية فاتحة اللون، وبما أن نسبة السلكات فيها أكثر من ٧٨٪ فإنها توصف بالحامضية، في حين أن صخور القشرة الأرضية تحت البحار تسمى بالسيما، وهي متكونة من السليكا والمغنيسيوم، ونوع صخورها بازلتية غامقة




**شكل رقم (٤)**
**طبقات الكرة الارضية التي تتركب منها الارض**

اللون، وأن نسبة السلكات فيها اقل من ٧٨٪ فأنها توصف بالقاعدية. ويصل عمق القشرة الأرضية إلى حدود حاجز (موهو). كما ويتباين سمك القشرة الأرضية بين اليابس، حيث الجبال العالية وأغوار المحيطات حيث الأحواض العميقة، بحيث يصل سمك القشرة الأرضية تحت قاع المحيط الأطلسي عند منتصف المسافة بين كاليفورنيا وجزر هاواي.

لقد دلت الدراسات الجيوفيزياوية بأن الحرارة في باطن الأرض تزداد كلما توغلنا في الأعماق، كما دلت عليه المواد المنصهرة الخارجة من فوهة البراكين عند انفجارها وكما نلاحظه من خروج المياه الحارة من باطن الأرض، وتقدر زيادة درجة الحرارة بمعدل درجة مئوية واحدة لكل ثلاثة و ثلاثون متراً كلما تعمقنا داخل الكرة الأرضية.

## أسئلة الفصل الأول

١- وضح المراحل التي تكونت فيها كرتنا الأرضية بحسب النظرية السديمية؟

٢- كيف توضح نظرية الكويكبات تكون المجموعة الشمسية وأرضنا التي نعيش عليها؟ وماهي التعديلات التي أجريت على هذه النظرية لتكون أكثر قبولاً في تفسير تكون المجموعة الشمسية؟

٣- كيف تختلف نظرية النجوم المزدوجة عن النظرية السديمية في توضيح نشأة المجموعة الشمسية؟

٤- وضح كيف تم تصلب قشرة الأرض. وما العوامل التي أثرت في تغير أنواع التضاريس الرئيسة لهذه القشرة؟

٥- ماأغلفة الأرض؟ وما أهمية كل غلاف بالنسبة للحياة على سطح الأرض؟

٦- ماهي طبيعة الغلاف الصلب للأرض؟ وكيف تختلف أقسامه من حيث تكويناتها وكثافتها؟

٧- كيف تختلف الحرارة والضغط في باطن الأرض؟ وما علاقة ذلك بصلابة الصخور المكونة لباطن الأرض؟

٨- أكمل العبارات الاتية:

أ- حاجز موهو....................

ب- يقدر نصف قطر الأرض بـ............

جـ- السيال عبارة عن ................

٩- ضع علامة ( √) أمام العبارة الصحيحة وعلامة **(X)** أمام العبارة غير الصحيحة، واكتب الجواب الصحيح.

أ- إن صخور الكرانيت صخور نارية فاتحة اللون كثافتها ٢,٧غم/سم٣ .

ب- يعتقد بأن لب الأرض يتكون من مادة السيال.

جـ- إن الغلاف الصلب للكرة الأرضية متجانس الكثافة من سطح الأرض حتى مركزها.

# الفصل الثانى

# الغلاف الغازي

## الغلاف الغازي وعناصر الطقس والمناخ

### تكوين الغلاف الغازي:

يقصد بالغلاف الغازي الهواء الذي يحيط بالأرض من جميع الجهات، وهو كجزء من الأرض يدور معها في دورانها حول نفسها وحول الشمس. ويشترك الغلاف الغازي مع اليابس والماء في تكوين الصور المثلة على سطحها سواء كانت طبيعية أم بشرية، وهو يتكون مما يأتي :

١- **خليط من غازات لايراها الإنسان** يؤلف معظمها النتروجين (الازوت) بنسبة تبلغ نحو (٧٨٪) وألاوكسجين بنسبة تبلغ نحو (٢١٪)، ومن غازات أخرى عديدة ولكنها لاتؤلف الا نسبة صغيرة جداً من الغلاف الغازي لأتزيد على (١٪) ومن أهمها ثنائي اوكسيد الكاربون والاركون والهيليوم والهيدروجين والأوزون..الخ.

٢- **مواد عالقة في الغلاف الغازي** مثل قطرات الماء والثلج وبخار الماء وذرات مختلفة من الغبار والرماد والأملاح وأنواع الجراثيم.

لاتتوزع مكونات الغلاف الغازي على طبقاته بصورة عادلة، وإنما تزيد نسبة وجود كل منها أو تقل بحسب كثافتها أو مصدر وجودها .فالأوكسجين مثلاً،تقل نسبته بالارتفاع حتى يصبح مقداره عند مستوى نحو ٧- ١٠ كيلو مترات فوق سطح البحر لايكفي لتنفس الإنسان وحفظ حياته،بينما تزداد أيضاً نسبة بخار الماء بالاقتراب من سطح الأرض لان مصدره سطوح الماء ونتح الحياة النباتية كما تزداد أيضا نسبة ثنائي اوكسيد الكاربون. لأنه ثقيل من جهة، ولأنه من جهة أخرى ينشأ من احتراق الفحم وزيت البترول ومن زفير الحيوانات، وتختلف كمية الغبار العالق بالجو بحسب الظروف المحلية، فتزداد كميته في جو المدن الصناعية بينما تقل كثيراً في الأرياف وفوق البحار،كما تزداد عند انفجار البراكين العظيمة.

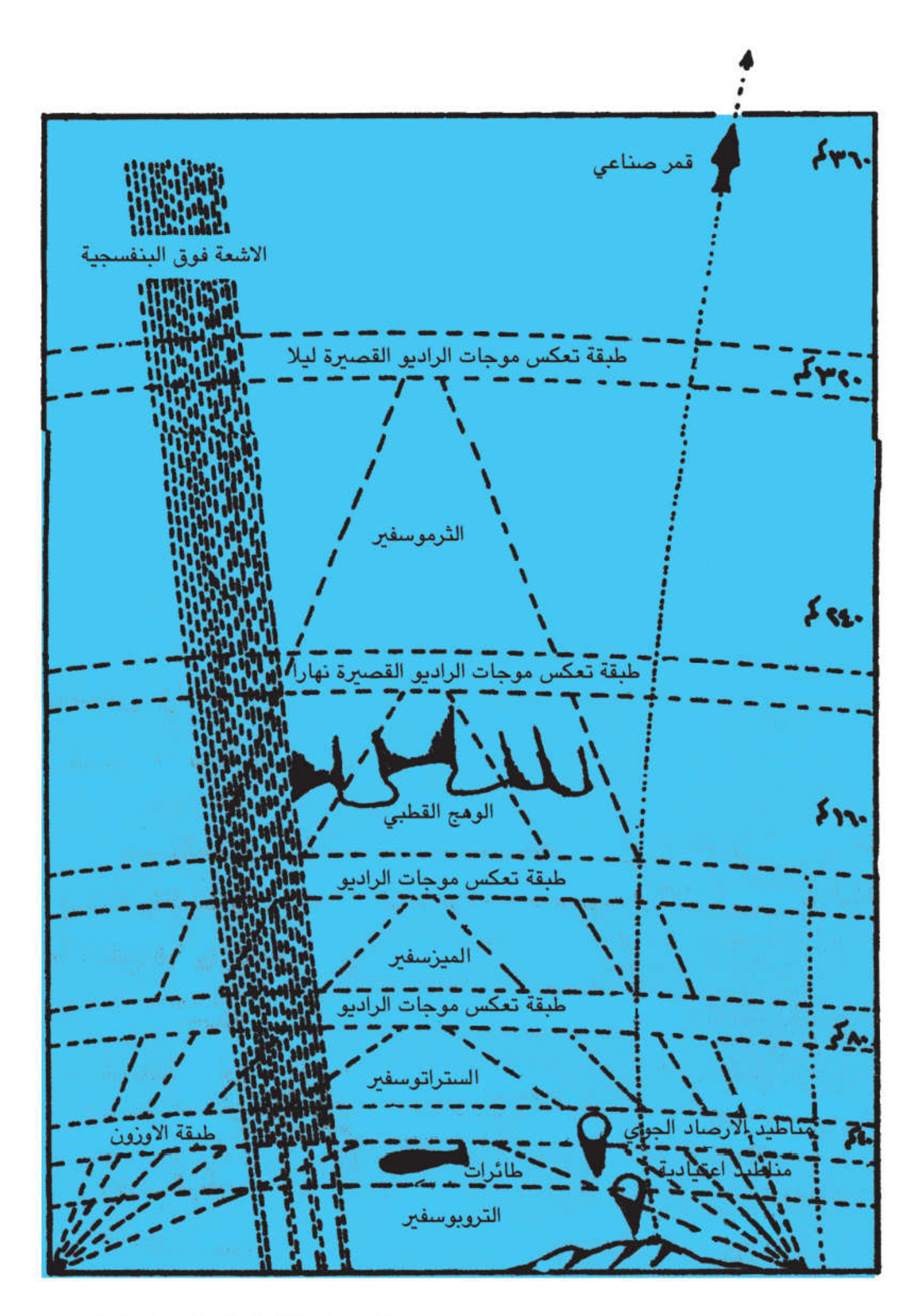
## ارتفاع الغلاف الغازي:

يعلو الغلاف الغازي فوق سطح الأرض بضع مئات من الكيلومترات ويختلف العلماء فيما بينهم في تحديد رقم معين لهذا الارتفاع .فمنهم من يهبط به إلى نحو ٤٠٠ كيلو متر أو أقل. ومنهم من يعلو به إلى نحو ١٠٠٠ كيلو متر، ويرجع السبب في اختلافهم، على ما يبدو، إلى إن الهواء يتمدد بتناقص الضغط الواقع عليه وينتشر بعض منه إلى الفضاء الخارجي. وبسبب ذلك، يكون من الصعب تحديد الارتفاع الذي يتوقف عنده انتشاره.

| كم | | |
|---|---|---|
| ٦ | ١/١٦ من وزن الغلاف الغازي | ٤ ٣/٤ |
| ٦ | ١/٨ من وزن الغلاف الغازي | ٩ ١/٢ |
| ٦ | ١/٤ من وزن الغلاف الغازي | ١٩ |
| ٦ | ١/٢ من وزن الغلاف الغازي | ٣٨ |
| | سطح البحر<br>الوزن على سم$^{٢}$ = وزن عمود من الزئبق ارتفاعه٧٦سم | |

**شكل رقم (٥): تناقص وزن الغلاف الغازي بالارتفاع**

يقدر الباحثون وزن الغلاف الغازي بصور مختلفة، فمنهم من يقدر وزنه بما يعادل وزن طبقة من الماء تغطي سطح الكرة الأرضية بسمك يبلغ نحو عشرة أمتار. كما إن منهم من يقدر وزنه على السنتيمتر المربع بنحو كيلو غرام واحد. أو مايعادل وزن عمود من الزئبق ارتفاعه (٧٦) سنتيمتراً. على أن وزن من هذه الأوزان لايوجد موزعاً توزيعاً متساوياً بين طبقاته المتساوية سمكاً فيما بين سطح الأرض وسقف الغلاف. ويرى بعض الباحثين أن وزن الغلاف يكون بكامله فوق سطح البحار. وان وزن الطبقة السفلى منه والتي تعلو فوق هذه السطوح بسمك نحو (٦) كيلو مترات يبلغ نحو نصف وزن الغلاف الغازي كله. وأن وزن الطبقة التالية التي تعلو فوق الطبقة السفلى وبنفس سمكها يبلغ نحو ١/٤وزنه الكلي. وهكذا يتناقص وزن كل طبقة بالارتفاع بنحو نصف وزن




**شكل رقم (٦) طبقات الغلاف الغازي**

الطبقة الأخرى التي تقع تحتها. ويمكننا أن نلاحظ في الشكل (٦) الأمور الاتية:
١- امتداده قياساً إلى تضاريس الأرض العظيمة.
٢- حمايته الأحياء على سطح الأرض من الإشعاعات كالأشعة فوق البنفسجية وكما في طبقة الأوزون.
٣- أثره في انعكاس موجات الراديو وعدم ضياعها في الكون الفسيح.

## أقسام الغلاف الغازي :

يقسم الباحثون الغلاف الغازي تقسيماً عاماً الى عدة طبقات. ويميزون بين الواحد منها والأخرى بخصائص معينة،ويشتهر من بين هذه الطبقات ثلاث توجد بالترتيب الآتي من أسفل إلى أعلى: **كما مبين في شكل(٦)**

**أ- التيروبوسفير ب- الستراتوسفير جـ- الميزسفير د- الثرموسفير**

**والطبقة السفلى أي طبقة التروبوسفير هي التي تهم بالدرجة الأولى طالب الجغرافية وذلك لسببين:**

١- أنها الطبقة التي يعيش فيها الإنسان والحيوان والنبات.
٢- أنها الطبقة التي يتركز فيها حدوث الظاهرات الجوية التي تؤثر على نشاط الإنسان والحيوان والنبات.

## الطقس والمناخ:

### الطقس وعناصره:

**يقصد بالطقس حالة الجو من حرارة وضغط ورياح وأمطار ورطوبة في مكان ما أثناء وقت معين، قد تكون ساعة أو يوماً أو أكثر. ويوصف الطقس تبعاً لنتائج قياس عناصره وهي:**

**١- درجة الحرارة.**
**٢- الضغط الجوي ومقداره.**
**٣- الرياح واتجاهاتها وسرعتها.**
**٤- مقدار الرطوبة.**
**٥- التكاثف وصوره.**

### ٦- التساقط وصُوره.

ويمكن قياس عناصر الطقس في كل وقت. ولكن العادة تجري على أن يكون القياس ثمان مرات كل يوم، وذلك في الساعة السادسة صباحاً، وبعدها كل ثلاث ساعات. ويتم القياس بواسطة أجهزة خاصة، يوجد بعضها في أماكن محمية من أشعة الشمس. وتعرف المؤسسات التي تعنى بقياس أحوال الجو باسم محطات الأرصاد الجوية (الأنواء الجوية).

## المناخ وعناصره:

يتكون مناخ أي مكان على سطح الأرض من معدلات قياسات عناصر الطقس خلال فترة طويلة من الزمن يمتد عدداً من السنين. ولكن رقم هذا العدد ليس ثابتاً ويختلف من مكان إلى آخر بحسب مقدار ماتتعرض له عناصر طقسه من تغير بين يوم وآخر، وبين سنة وأخرى. فالأماكن التي توجد في المنطقة الاستوائية مثلاً، حيث تكون التغيرات في عناصر الطقس قليلة، يكفي لتقرير مناخها معدلات قياسات خمس سنوات فقط .بينما الأماكن التي توجد في المناطق الواقعة بين دائرتي عرض ٤٠-٦٠ درجة شمالاً وجنوباً، حيث تكون التغيرات اليومية في عناصر طقسها كبيرة جداً، ينبغي ألا تقل المدة اللازمة لذلك عن نحو ٣٠- ٣٥ سنة. وفي العراق حيث تحدث التغيرات اليومية بصورة معتدلة تكفي مدة نحو ٢٥ سنة. فالمناخ إذا هو دراسة وتحليل معدلات عناصر الطقس والعوامل المؤثرة فيها. وعناصر المناخ هي بالضرورة نفس عناصر الطقس. ولكنها تجمع عادة وترتكز تحت العناوين الأربعة الاتية:

**١- الحرارة.**
**٢- الضغط الجوي.**
**٣- الرياح.**
**٤- الرطوبة.**

## أسئلة الفصل الثاني

١- علل ما يأتي:

أ- نحتاج إلى أخذ معدلات عناصر المناخ في المناطق الواقعة بين ٤٠- ٦٠ درجة شمالاً وجنوباً لمدة ٣٠- ٣٥ سنة للحصول على طبيعة مناخ تلك المناطق.

ب- عدم وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الأرض بالكامل.

٢- قارن بين الطقس والمناخ ومن ثم وضح عناصرهما باختصار؟

٣- اجب بنعم أو لا مع تصحيح الخطأ إن وجد.

أ- يُشكل النايتروجين (الازوت) أعلى نسبة في مكونات الهواء.

ب- تعد طبقة الستراتوسفير أهم الطبقات بالنسبة للإنسان.

جـ- يقدر وزن الهواء على كل سنتمتر مربع من الأرض بكيلو غرام واحد.

د- تتوزع مكونات الغلاف الغازي على طبقاته بصورة متساوية.

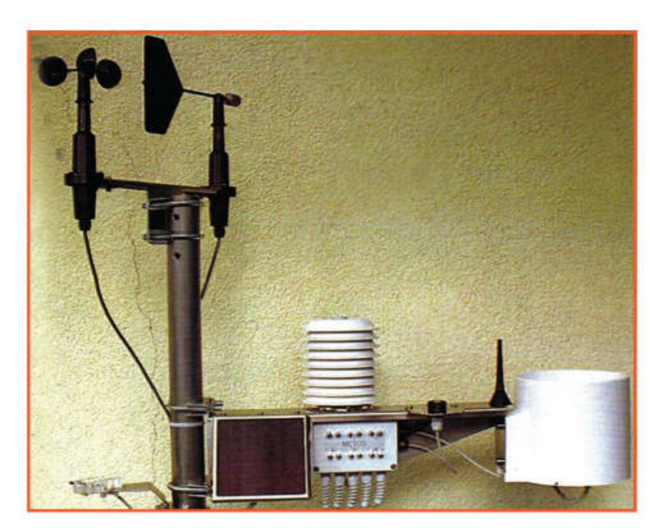
٤- املأ الفراغات بما يلائمها.

تسمى طبقة الغلاف الغازي القريبة من سطح الأرض..............وتقع فوقها طبقة............وفيها الأوزون،ثم تليها طبقة.................وهي على ارتفاع............ وآخر الطبقات هي..........................

# الفصل الثالث

## الحرارة

**الحرارة طاقة نحس بها ونلمس آثارها ولكننا لانراها، ومصدرها الأصلي أشعة الشمس،** وتبعث الشمس طاقتها التي تنقلها موجات مختلفة الأطوال وتقسم هذه الموجات إلى الموجات الضوئية (وهي التي تعطينا الضوء) والموجات الحرارية وهي القابلة إلى التحول إلى حرارة، وعندما تستقبل الأجسام الموجات الناقلة للطاقة تعكس قسماً منها وتمتص الباقي وتحوله إلى حرارة، وتسخن الأجسام نفسها بهذه الحرارة، وتعطي بعضاً منها للهواء ليسخن بها نفسه بعمليات التوصيل والحمل والإشعاع، وتفقد، بعضاً آخر أثناء عملية الإشعاع، وبعملية التوصيل تنتقل الحرارة من سطح الأرض إلى جزيئات الهواء الملامس له ومنها إلى الجزيئات الأخرى الملامسة لها والتي تعلوها وهكذا، ونظراً لأن الهواء رديء التوصيل للحرارة فأن سمك الطبقة التي تسخن بهذه العملية لاتتجاوز بضع أمتار، وبعملية الحمل يتصاعد الهواء الذي سخن بعملية التوصيل، ليحل محله هواء أبرد منه وبذلك انتقلت الحرارة بتصاعد الهواء إلى مكان آخر، وبعملية الإشعاع يرسل سطح الأرض الحرارة، إلى الغلاف الغازي فتمتص بعض مكوناته وعلى الأخص ثنائي أوكسيد الكاربون وبخار الماء والغيوم قسماً من هذه الحرارة المشعة فترتفع درجة حرارة الهواء، أما الباقي من الحرارة

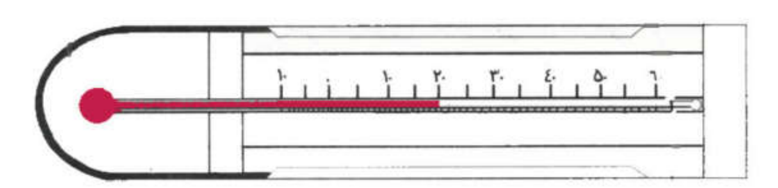


شكل رقم (٧) اجهزة ارصاد الجوي

المشعة من سطح الأرض فيمر الغلاف الغازي إلى أعلى ويفقد نهائياً، ويزداد المقدار المفقود من حرارة سطح الأرض بهذه العملية مع جفاف الهواء ومع صفاء السماء حتى يصل إلى نحو خمس المقدار الكلي المشع.

## درجات الحرارة وقياسها:

عندما نسمع من الإذاعة أو التلفزيون تقارير دائرة الأنواء الجوية عن درجات الحرارة يكون المقصود بها درجات حرارة الهواء الذي يعيش فيه الإنسان ويمارس نشاطه، أي من سطح الأرض إلى ارتفاع عدد قليل من الأمتار، ويقصد بدرجة الحرارة العظمى درجة حرارة الهواء في آخر أوقات النهار ويكون ذلك حوالي الساعة الثانية أو الثالثة بعد الظهر، كما يقصد بدرجة الحرارة الصغرى درجة حرارة الهواء في أبرد أوقات اليوم، ويكون ذلك قبيل شروق الشمس مباشرة، أي حوالي الساعة السادسة صباحاً، وتقاس الحرارة بواسطة أجهزة خاصة توضع في صناديق خشبية وعلى ارتفاع لايقل عن متر ونصف جيدة التهوية ولا تصل إليها أشعة الشمس ويكون القياس بالدرجات، ويفضل بعض الدول العربية أن يكون القياس بالدرجات المئوية بينما يفضل بعضها الآخر أن يكون بالدرجات الفهرنهايتية وأصبح المقياس المئوي مؤخراً هو المقياس السائد.أما المقياس نفسه فيسمى بالمحرار (الثرمومتر) وهو أربعة أنواع لكل نوع منها أهمية خاصة، ومنها ماهو مقسم إلى درجات مئوية ومنها ماهو مقسم إلى درجات فهرنهايتية كما أن منها مايجمع بين القسمين وهي كما في شكل رقم (٨) وشكل رقم (٩).

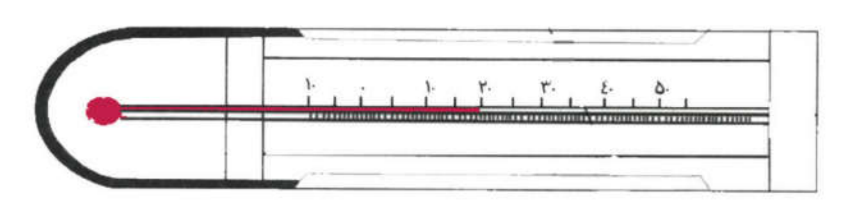



**شكل رقم (٨) محرار النهاية العظمى لاحظ الانحناء في الأنبوب لكي يسمح لعمود الزئبق بالتمدد في الأنبوبة في حالة ارتفاع درجة الحرارة، ولكنه لايسمح له بالتراجع نحو المستودع عند انخفاضها.**

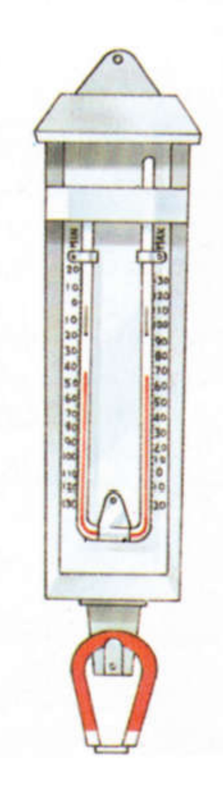
**١- المحرار الزئبقي العادي:** وتعرف به درجات الحرارة في أي وقت بالنظر الى ماتشير إليه نهاية عمود الزئبق من التقسيم.

٢- محرار النهاية العظمى: ويبين أعلى درجة حرارة سجلت أثناء اليوم وهو أيضا زئبقي ويكون معلقاً في وضع أفقي (كما مبين في الشكل رقم(٩) ).

٣- محرار النهاية الصغرى: ويبين أخفض درجة حرارة سجلت أثناء اليوم ويكون معلقاً أيضاً في وضع أفقي، ويستخدم فيه الكحول بدلاً من الزئبق (الشكل رقم)، ويلاحظ أن كثيراً ما يجمع بين هذين المحرارين في محرار واحد وتكون أنبوبته الزجاجية منثنية إلى شعبتين وتبين إحدى الشعبتين النهاية العظمى بينما تبين الأخرى النهاية الصغرى. (كما مبين في الشكل رقم (١٠)).



شكل رقم (٩) محرار النهاية الصغرى



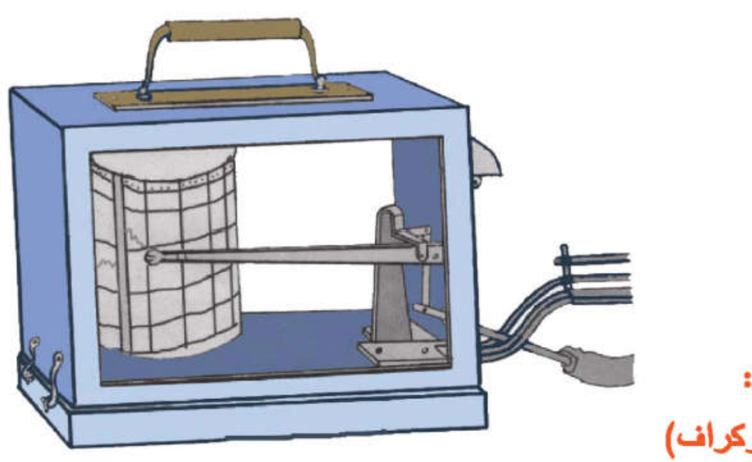

شكل رقم (١٠) جهاز يجمع المحرارين في محرار واحد

٤- محرار المستودع المبلل: وهو محرار زئبقي عادي، إلا أن مستودع زئبقه يكون مغلفاً بقطعة صغيرة من القماش تكون مبللة دائماً بالماء، بواسطة فتيل ينقله إليها من زجاجة صغيرة مجاورة، وهو بهذا لايسجل درجة الحرارة الفعلية التي تسجلها المحارير الأخرى، وإنما يسجلها ناقصة مقدار الحرارة الذي يستهلك في عملية تبخير الماء من قطعة القماش، وتشبه درجة الحرارة التي يبينها هذا النوع من المحارير درجة الحرارة التي يحس بها الإنسان، وذلك لان الإنسان لا يحس بدرجة الحرارة الفعلية، وإنما يحس بها ناقصة المقدار الذي يستهلك في تبخير عرقه، ولهذا يمكن القول أن محرار المستودع المبلل يبين درجة الحرارة المحسوسة، أي التي يحس بها الإنسان.

## المحرار المسجل:

أو «الثرموكراف» يختلف عما سبقه بأنه لايعتمد في قياس الحرارة على الزئبق أو الكحول، إنما يعتمد على قطعة معدنية مقوسة الشكل، تنفرج او تنكمش بحسب تغير حرارة الجو، وتقوم بعض الروافع بمضاعفة حركة القطعة المعدنية ونقلها بواسطة مؤشر ينتهي بقلم يلامس اسطوانة تدور حول نفسها يومياً أو أسبوعيا .(كما مبين في الشكل رقم (١١)).

ف عليها شريط من الورق، وبذلك يمكن رسم حركة القطعة المعدنية على شكل خط بياني غير منتظم يمثل تغير الحرارة اليومي أو الأسبوعي .



**شكل رقم (١١):**
**المحرار المسجل (الثرموكراف)**

## متوسط درجات الحرارة

يستخدم علماء المناخ متوسط درجات الحرارة لأي مكان من سطح الارض وسيلة لدراسة أحواله المناخية، ويوجد منها أربعة أنواع رئيسية:

١- **المتوسط اليومي:** يؤخذ المتوسط اليومي لأي يوم بجمع درجات حرارته في السادسة صباحاً وفي الثانية بعد الظهر وفي الثامنة مساءاً وقسمة حاصل الجمع على ثلاثة، ويكتفي أحياناً بجمع درجتي الحرارة العظمى والصغرى وقسمة حاصل الجمع على اثنين.

٢- **المتوسط الشهري:** ويؤخذ بقسمة مجموع متوسط درجات الحرارة اليومية لأي شهر على عدد أيامه.

٣- **المتوسط السنوي:** ويؤخذ بقسمة مجموع متوسط درجات الحرارة الشهرية على ١٢ ويكتفي أحياناً بجمع متوسط أحر الشهور ومتوسط أبردها، وقسمة حاصل الجمع على اثنين.

٤- **المتوسط العام:** ويؤخذ بقسمة مجموع متوسط درجات الحرارة على عددها.

فالمتوسط العام لأي يوم يكون بقسمة درجات حرارة هذا اليوم على عدد المرات التي أخذت فيها هذه الدرجات، والمتوسط العام لأي شهر يكون بقسمة مجموع متوسط درجات حرارة هذا الشهر على عدد المرات التي أخذت فيها هذه المتوسطات، وبالمثل يكون المتوسط العام السنوي بقسمة متوسطات السنين التي أخذت فيها المتوسطات على عددها، ويلاحظ أن المتوسط العام يكون المقياس الذي تقارن به المتوسطات اللاحقة لليوم أو الشهر او السنة.

## مدى الحرارة

**هو الفرق بين أعلى درجات الحرارة وبين اخفضها، وهو على أنواع أهمها:**

١- **مدى الحرارة اليومي:** هو الفرق بين أعلى درجة حرارة سجلت اثناء اليوم وبين أخفض درجة حرارة سجلت أثناءَه.

٢- **مدى الحرارة السنوي:** هو الفرق بين متوسط درجات حرارة أحر الشهور وبين متوسط درجات حرارة أبرد الشهور.

ويلاحظ على مدى الحرارة ما يأتي:

١- يكون مقداره صغيراً على البحار والمناطق الساحلية من اليابس المجاورة لها، بينما يكون كبيراً داخل القارات، وذلك لأن الماء يكتسب حرارة أشعة الشمس ببطء كما يفقدها ببطء أيضاً أما اليابس فأنه يكتسبها بسرعة كما يفقدها بسرعة أيضاً.

٢- يكون مقداره صغيراً عند دائرة خط الاستواء، ويزداد بالاتجاه منه شمالاً أو جنوباً نحو القطبين، وذلك لأن دائرة خط الاستواء يكون طول النهار وطول الليل دائما متساويين كما أن الزوايا التي تعملها أشعة الشمس تكون عمودية أو شبه عمودية، ولايتجاوز الفرق بينها وبين أي يوم من أيام السنة عن ٢٣,٥°، اما الابتعاد عن دائرة خط الاستواء نحو احد القطبين فيحدث اختلاف بين طول النهار وطول الليل فيزداد في فصل الصيف ويقصر في فصل الشتاء، بينما يقصر الآخر في الصيف ويزداد في الشتاء كما أن الزوايا التي تعملها أشعة الشمس يزداد الفرق بينها عن ٢٣,٥° ويصل إلى ٩٠°.

## السير اليومي لدرجات الحرارة

**تكون الحرارة خلال اليوم الواحد غير منتظمة، وبالمميزات الاتية:**

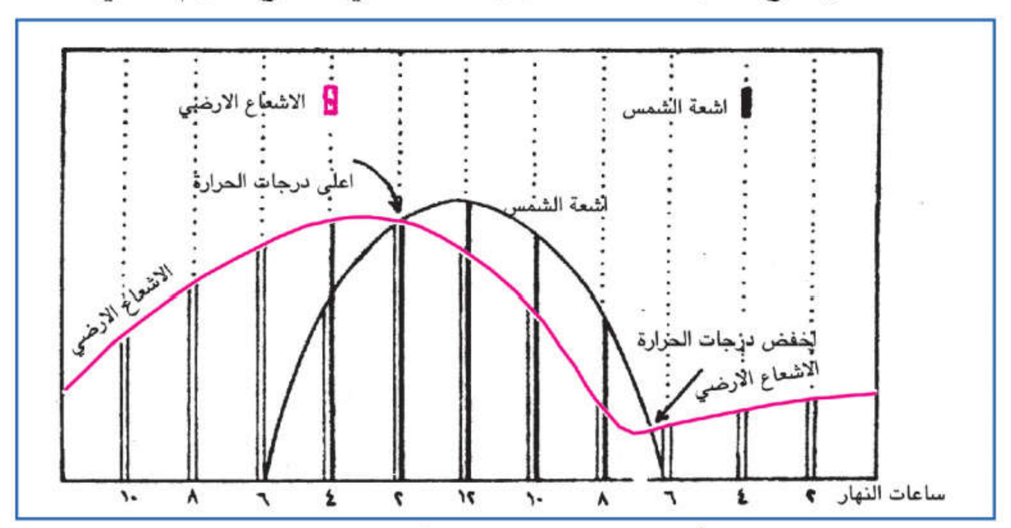
١- تكون درجات الحرارة أثناء النهار أعلى منها أثناء الليل يرجع السبب في ذلك الى ان الشمس تكون مشرقة أثناء النهار، بينما تغرب اثناء الليل.

٢- تكون درجة الحرارة في وقت الظهر أعلى منها في الصباح عند الشروق أو في المساء عند الغروب وذلك لأن أشعة الشمس في وقت الظهر تكون عمودية أو شبه عمودية بينما تكون في الصباح أو في المساء مائلة ميلاناً كبيراً.

٣- تكون أعلى درجات الحرارة أثناء النهار بين الساعة الثانية والثالثة بعد الظهر شتاءاً وبين الساعة الثالثة والرابعة بعد الظهر صيفاً وذلك لأن مايكتسبه سطح الأرض من حرارة يكون في هذا الوقت قد تساوى مع المقدار الذي يفقد منها بالاشعاع.

٤- تكون أخفض درجات الحرارة أثناء النهار في الصباح المبكر وذلك لأن الحرارة التي أكتسبها سطح الأرض من أشعة الشمس أثناء النهار يفقدها

تدريجياً أثناء الليل، ويستمر الفقدان حتى يبلغ ذروته في الصباح، قبل أن تعود درجات الحرارة إلى الارتفاع عند شروق الشمس، وبتوضيح آخر يأخذ سطح الأرض في الصباح، عند شروق الشمس في اكتساب الحرارة من أشعة الشمس التي تغمره ويدفيء نفسه بقسم منها ويشع القسم الآخر إلى الفضاء الخارجي، ومع ارتفاع الشمس في السماء تأخذ درجات الحرارة في الارتفاع ويستمر هذا الارتفاع مادام المقدار الذي يكتسبه سطح الأرض من حرارة الشمس أكبر من المقدار الذي يفقده منها بالاشعاع وفي وقت الظهر يكون الفرق كبيراً بين المقدارين، أما بعد الظهر عندما تأخذ الأشعة في الميل نحو الأفق، فان الفرق بين المقدارين يأخذ في التناقص ولكن المقدار المكتسب يستمر مع ذلك بعض فيكون الوقت أكبر من المقدار المفقود، فتستمر تبعاً لذلك درجات الحرارة في الارتفاع، وتبقى مستمرة في ارتفاعها حتى تبلغ ذروتها في اللحظة التي يتساوى عندها المقداران، ويكون ذلك حوالي الساعة الثانية أو الثالثة مساءاً ويحدث بعد ذلك عكس ماحدث منذ الصباح، فمع ازدياد ميل الأشعة يزداد المقدار المفقود من حرارة سطح الأرض عن المقدار المكتسب من حرارة أشعة الشمس، وتبعاً لذلك، تأخذ درجات الحرارة في الانخفاض وبعد غروب الشمس تتوقف عملية الاكتساب، بينما تستمر عملية الإشعاع طوال الليل فتستنزف مدخرات الحرارة التي جمعها سطح الارض أثناء النهار، ولهذا تستمر درجات الحرارة في الانخفاض حتى تبلغ ذروتها قبيل شروق الشمس في صباح اليوم التالي.




**شكل رقم (١٢) العلاقة بين أشعة الشمس والإشعاع الأرضي والنظام اليومي لدرجات الحرارة.**

## السير السنوي لدرجات الحرارة:

**إن أهم ما يلاحظه الطالب في العراق بالنسبة للتغيرات الفصلية للحرارة هو:**

١- تكون درجات الحرارة في فصل الصيف أعلى كثيراً منها في فصل الشتاء، وذلك لسببين: أحدهما أن أشعة الشمس في الفصل الأول والتي تصل إلى الأرض أقرب ما تكون إلى الوضع العمودي بينما تصل إليه في الفصل الآخر مائلة والسبب الآخر هو ان النهار أطول من الليل.

٢- تكون درجات الحرارة أعلى ماتكون في شهر تموز، وذلك لسببين أحدهما، أن أشعة الشمس تكون لاتزال قريبة من الوضع العمودي، والسبب الآخر هو أن النهار لا يزال أطول من الليل، والنتيجة التي تترتب على وجود هذين السببين معاً أن المقدار الذي يكتسبه سطح الأرض من حرارة الشمس لا يزال أكبر من المقدار الذي يفقده منها بالاشعاع.

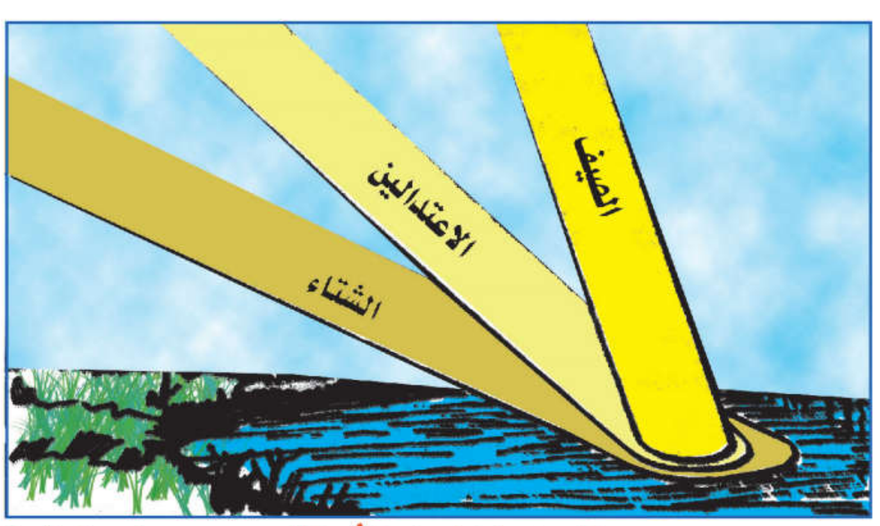
٣- تكون أخفض درجات الحرارة في شهر كانون الثاني، وذلك لسببين، أحدهما أن أشعة الشمس تكون وقتئذ مائلة بدرجة كبيرة، أما السبب الآخر فهو أن النهار يكون أقصر من الليل، والنتيجة التي تترتب على وجود هذين السببين معاً هي أن المقدار الذي يكتسبه سطح الأرض من حرارة الشمس يكون أقل من المقدار المفقود منها بالاشعاع.

٤- تكون درجات الحرارة معتدلة في الربيع والخريف، وذلك لسببين أحدهما أن أشعة الشمس تصل إلى سطح الأرض بزاوية معتدلة، لا هي متطرفة في ميلها ولا هي قريبة من الوضع العمودي والسبب الآخر هو أن طول النهار يكون مساوياً تقريباً لطول الليل.

وبتوضيح آخر:

في ٢١ آذار عندما تكون الشمس متعامدة على دائرة خط الاستواء تصبح درجات الحرارة في العراق وفي غيره من أجزاء سطح الأرض في حالة اعتدال نسبي وذلك لأن أشعة الشمس تصل إلى كل مكان من سطح الأرض في شمال دائرة خط الاستواء أو في جنوبه مائلة ميلاً معتدلاً لبقية أيام السنة، وكذلك لأن طول النهار يكون مساوياً لطول الليل، لذلك يكون الفصل ربيعاً في نصف الكرة الشمالي وخريفاً في نصف الكرة الجنوبي.

بعد ٢١ آذار، تأخذ الشمس في التقدم شمالاً نحو مدار السرطان، فتأخذ درجات الحرارة في الارتفاع في نصف الأرض الشمالي، بينما تأخذ في الانخفاض في نصفها الجنوبي، وذلك لأن في النصف الأول يقل ميل أشعة الشمس، كما يزداد طول النهار، بينما يحدث العكس في النصف الجنوبي، فيزداد ميل الأشعة، كما يقصر طول النهار




شكل رقم (١٣):سقوط أشعة الشمس بحسب فصول السنة

في ٢١ حزيران تكون الشمس عمودية على مدار السرطان فيكون الوقت صيفاً في نصف الكرة الشمالي، بينما يكون شتاءاً في نصف الكرة الجنوبي، وتبعاً لذلك تكون درجات الحرارة عالية في النصف الأول، بينما تكون واطئة في النصف الآخر،وذلك لأن أشعة الشمس تكون في ذلك الوقت عمودية الى الشمال من دائرة خط الاستواء، كما أن النهار يصل الى أطول ما يكون بالنسبة الى الليل، بينما تكون الأشعة على النصف الآخر مائلة أكبر مايكون ميلها، كما أن طول النهار يكون أقصر ما يكون بالنسبة لطول الليل.

بعد٢١ حزيران، تستمر درجات الحرارة في الارتفاع في نصف الأرض الشمالي حتى أواخر شهر تموز، بينما تستمر في الانخفاض في نفس الوقت في النصف الجنوبي، وذلك لأن في النصف الأول تكون أشعة الشمس لا تزال قريبة من الوضع العمودي، كما أن النهار لا يزال أطول من الليل ويترتب على

هذين السببين معاً، أن يكون مقدار الحرارة المكتسبة من أشعة الشمس أكبر من المقدار المفقود منها بالاشعاع، اما في النصف الجنوبي، فتكون أشعة الشمس لا تزال مائلة بدرجة كبيرة، كما أن النهار لا يزال أقصر من الليل، ويترتب على هذين السببين معاً أن يكون المقدار الذي يكتسبه سطح الارض من الحرارة أقل من المقدار الذي يفقده منها بالاشعاع.

وفي ٢٣ أيلول، حيث تكون الشمس عمودية مرة ثانية على دائرة خط ألاستواء يكون الوقت خريفاً في نصف الأرض الشمالي وربيعاً في نصف الأرض الجنوبي وتكون درجات الحرارة في أجزاء سطح الأرض في حالة أعتدال نسبي، وذلك لأن أشعة الشمس تصل اليها مائلة ميلاً معتدلاً نسبياً، وكذلك لأن طول النهار مساوياً لطول الليل.

بعد ٢٣ أيلول تأخذ الشمس في التقدم جنوباً نحو مدار الجدي، فتأخذ درجات الحرارة في الارتفاع في نصف الكرة الجنوبي بينما تأخذ في الأنخفاض في نصفها الشمالي، وذلك لأن في النصف الأول يأخذ ميل أشعة الشمس في التناقص كما يأخذ طول النهار في الزيادة عن طول الليل.

أما في النصف الشمالي فيحدث العكس، حيث يزيد ميل الأشعة كما يقصر طول النهار في ٢١ كانون الأول، تكون الشمس عمودية على مدار الجدي، ويكون الوقت صيفاً في نصف الكرة الجنوبي، بينما يكون شتاءاً في نصف الأرض الشمالي وتبعاً لذلك تكون درجات الحرارة عالية في النصف الأول، بينما تكون واطئة في النصف الآخر، وذلك لأن أشعة الشمس تكون وقتئذ على النصف الجنوبي عمودية أو أقرب ما تكون الى الوضع العمودي، كما أن النهار يكون أطول ما يكون بالنسبة لطول الليل، بينما تكون الأشعة على النصف الشمالي مائلة أكبر ما يكون الميل، كما أن طول النهار يكون أقصر مايكون بالنسبة لطول الليل.

بعد٢١ كانون الأول تستمر درجات الحرارة في الارتفاع في نصف الأرض الجنوبي حتى نهاية كانون الثاني، بينما تستمر في الانخفاض في نفس الوقت في النصف الشمالي، وذلك لأن في النصف الأول تكون أشعة الشمس لا تزال قريبة من الوضع العمودي، كما أن النهار لايزال أطول من الليل ويترتب

على هذين السببين معاً أن يكون المقدار المكتسب من حرارة أشعة الشمس أكبر من المقدار المفقود منها بالاشعاع، أما في النصف الشمالي، فتكون أشعة الشمس لا تزال مائلة بدرجة كبيرة، كما أن النهار لا يزال أقصر من الليل، ويترتب على هذين السببين معاً أن يكون المقدار المكتسب من الحرارة أقل من المقدار المفقود منها بالاشعاع.

بعد كانون الثاني، تأخذ درجات الحرارة في نصف الأرض الجنوبي في التناقص تدريجياً، بينما تأخذ في النصف الشمالي في التزايد، حتى تصل في كليهما الى حد الأعتدال في الربيع الذي يكون في ٢١ آذار.

## التوزيع الحراري لدرجات الحرارة:

للهواء قابلية على امرار الأشعة الشمسية الى الأرض دون أمتصاصها، بينما يستطيع أن يمتص الأشعاع الأرضي لذلك فأن مصدر تسخين الهواء يكون من الاشعاع الأرضي، لهذا السبب تنخفض عادة درجات حرارة الهواء في طبقة التروبوسفير تدريجياً بالارتفاع عن سطح الأرض على النحو الآتي:

١- اذا كان الهواء ساكناً، يكون الأنخفاض بمعدل (٠,٦) درجة مئوية لكل (١٠٠) متر ارتفاعاً.

٢- اذا كان الهواء صاعداً، يكون الانخفاض بمعدل نحو درجة (واحدة) مئوية لكل (١٠٠) متراً صعوداً، ويعرف هذا الانخفاض بمعدل الانخفاض الذاتي بالتصاعد للهواء المتصاعد قبل تكاثف أبخرته.

٣- اذا وصل الهواء الى حد

**شكل رقم (١٤) تخطيط لتوضيح التوزيع العمودي لدرجات الحرارة المدرجات مئوية- والارتفاع- بالأمتار**

التكاثف يقل معدل الانخفاض ويصبح نحو (٠,٦) درجة لكل (١٠٠) متر ويعرف هذا الانخفاض بمعدل الانخفاض الذاتي بالتصاعد للهواء عند تكاثف أبخرته، ويرجع السبب في هذا التقليل في المعدل الى أنطلاق الحرارة الكامنة في بخار الماء عند تحوله من غاز الى ماء، أي الى سحب مكونة من قطرات ماء، (كما مبين في الشكل رقم«١٤»).

## التوزيع الافقي لدرجات الحرارة

المقصود بالتوزيع الافقي لدرجات الحرارة توزيعها على سطح الأرض،وتؤثر على هذا التوزيع عوامل مناخية مختلفة الأهمية منها:

١- الموقع على دوائر العرض، وذلك لأن هذا الموقع هو الذي يحدد في أي وقت من السنة مقدار الزاوية التي تعملها أشعة الشمس، كما أنه هو الذي يحدد طول النهار وطول الليل وتبعاً لذلك يمكن القول بأن المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة تزداد بالاتجاه نحو دائرة خط الاستواء، بينما تنقص بالاتجاه نحو أحد القطبين.

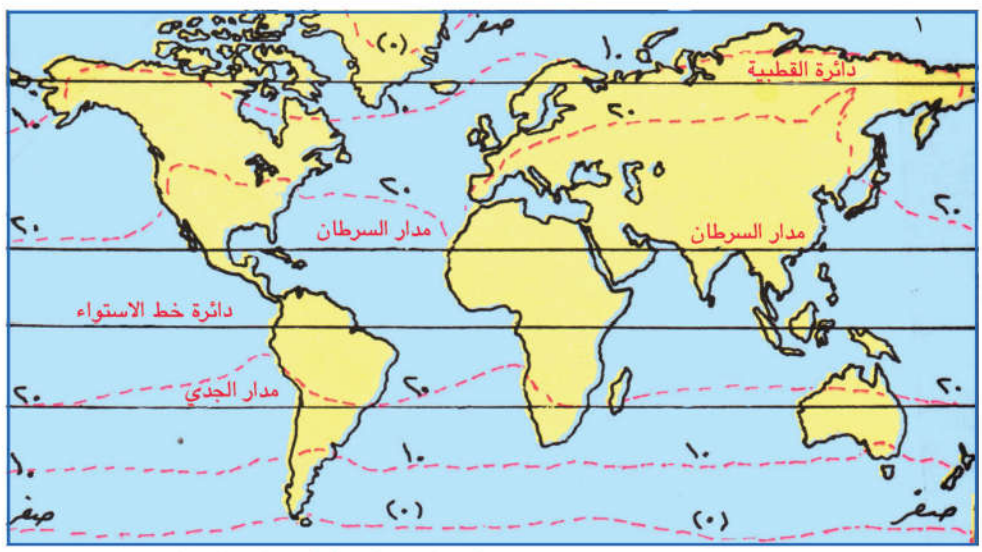
٢- طبيعة سطح الارض من حيث اليابس والماء، يختلف كل من اليابس والماء في سرعة أخذ الحرارة وفقدانها، فالماء أبطأ من اليابس في أكتساب الحرارة وذلك للأسباب الاتية:

أ- يعكس سطح الماء قسماً من أشعة الشمس الساقطة عليه أكثر مما يعكسه سطح اليابس الخشن، وبذلك يمتص الماء من الاشعة أقل من اليابسة.

ب- تنفذ أشعة الشمس الى عمق كبير في المياه بينما ينحصر تأثيرها في طبقة رقيقة من اليابس، لذلك يتوزع التسخين في الماء على حجم أكبر من اليابس.

جـ- يضيع قسم كبير من الحرارة الواصلة الى الماء في التبخير، بينما يستخدم اليابس كل الطاقة للتسخين.

د- ان الحرارة النوعية العالية للمياه تجعله يحتاج الى كمية كبيرة من الحرارة لكي ترتفع درجة حرارته على خلاف اليابس، الذي يحتاج الى كمية أقل للتسخين.




**شكل رقم (١٥): خطوط الحرارة المتساوية لشهر تموز**

أما في حالة فقدان الحرارة فكذلك الماء ابطأ من اليابس نظراً للاسباب الاتية:

أ- سمك الطبقة الساخنة في المياه أوسع منها في اليابس.

ب- رطوبة الهواء فوق المياه تحفظ حرارته أكثر من اليابس.

جـ- حرارة الماء النوعية المرتفعة تعني أن الماء الساخن يحوي من الحرارة أكثر مما يحويه اليابس في نفس درجة حرارته.

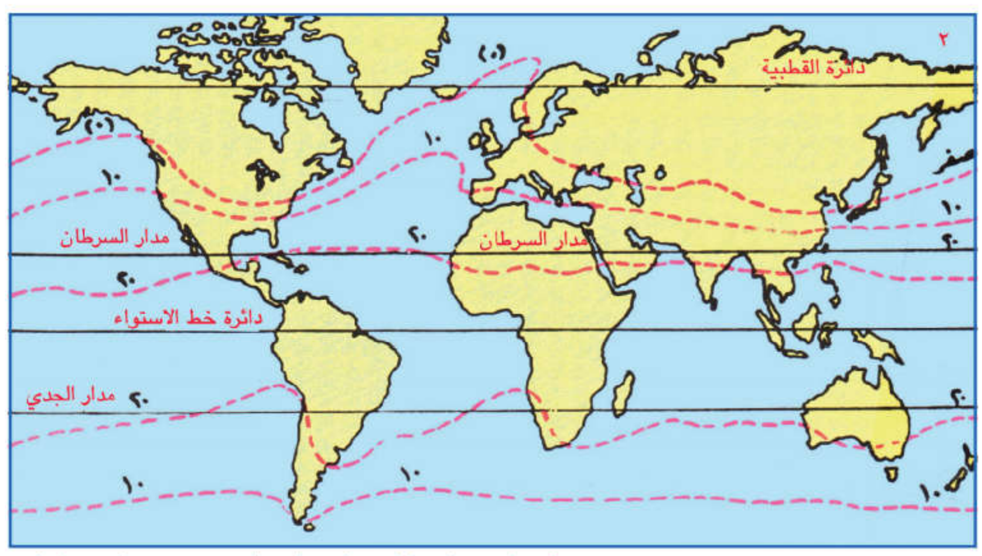
وتبعاً لما تقدم تكون درجات الحرارة على اليابس في فصل الصيف أعلى منها على سطوح الماء المجاور وتزداد بالتقدم نحو الشرق أو نحو الغرب، الى داخل القارات، أما في فصل الشتاء فتكون الحالة على العكس بمعنى أنها تكون على اليابس أخفض منها على المياه المجاورة، وتنقص بالتقدم من سواحل البحار الى داخل القارات.

٣- الارتفاع عن مستوى سطح البحر، تتناقص حرارة الجو كلما ارتفعنا الى قمم الجبال وذلك لأن الهواء المحيط بالقمم والمناطق المرتفعة أقل كثافة من الهواء على السهول الواطئة فلايعمل على حفظ الحرارة، اضافة الى أنه يبتعد عن المصدر المباشر للحرارة وهو سطح الأرض.

٤- التيارات البحرية: وهي على نوعين، دافئة، وتعمل على رفع درجة حرارة السواحل القريبة منها، وباردة، تعمل على خفض درجة حرارة السواحل القريبة منها.

٥- الرياح وكتل الهواء: وهي تؤثر على درجات الحرارة، فالدافيء منها أو البارد ينقل معه دفئه أو برودته الى الجهات التي يمر عليها.

ولتصوير التوزيع الأفقي لدرجات الحرارة ترسم خرائط تمثل سطح الأرض، وتمد على هذه الخرائط خطوط تصل بين الاماكن التي تكون درجات حرارتها متساوية، وتعرف الخطوط الممدودة بخطوط درجات الحرارة المتساوية، وتختلف الخرائط التي يعملها علماء الطقس عن الخرائط الأخرى التي يعملها علماء المناخ، ففي الأول تمثل خطوط درجات الحرارة كما تبينها المحارير، أما في الأخرى فتمثل المتوسطات




**شكل رقم (١٦): خطوط الحرارة المتساوية لشهر كانون الثاني**

بعد تعديل درجاتها الى مستوى سطح البحر، فالأماكن المرتفعة عن هذا المستوى تنخفض درجاتها بمعدل ١مْ لكل ١٠٠ متر، كما ان الأماكن المنخفضة عنه، كمنخفض الغور في فلسطين تزداد درجاتها بنفس المعدل، ويرجع السبب في هذا التعديل الى أمرين:

١- ضرورة ابراز تأثير عامل أشعة الشمس حتى لا يطغى على تأثير عوامل مناخية أخرى، وذلك لأن أشعة الشمس هي مصدر الحرارة على سطح الأرض، ولأن تأثيرها يشمل كل جزء من هذا السطح، أما العوامل المناخية فتأثيرها محدود ومحلي.

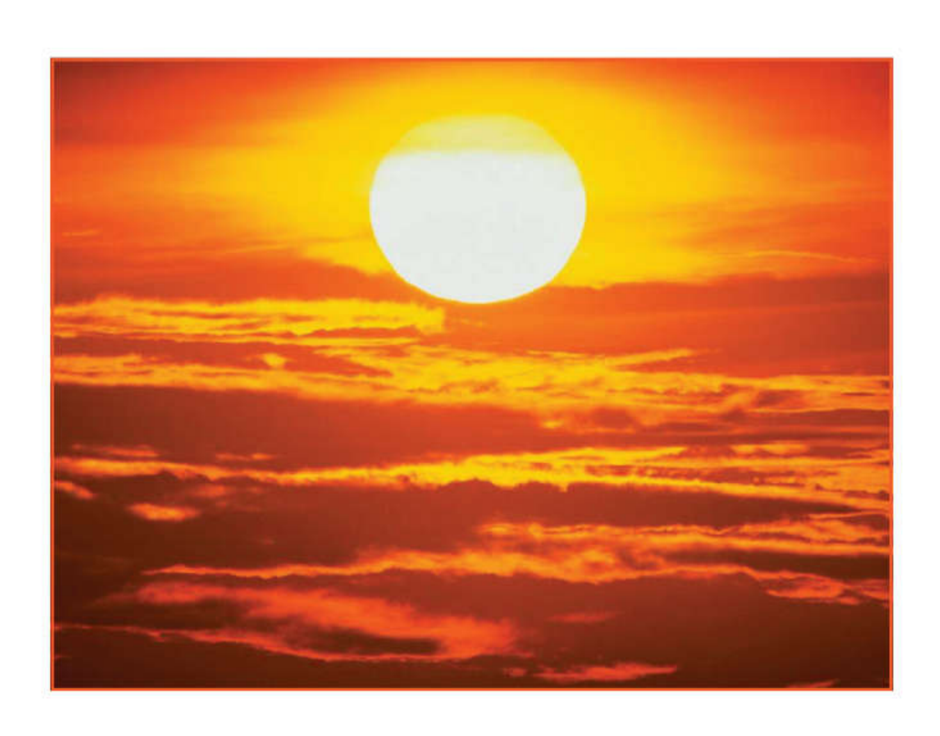
٢- ضرورة وجود أساس واحد ثابت للمقارنة بين تأثير أشعة الشمس على أجزاء سطح الأرض، وقد اتخذ مستوى البحر ليكون هذا الأساس ويوجد غالباً من خرائط المناخ نوعان: نوع للصيف ويمثله متوسط درجات حرارة شهر تموز، ونوع آخر للشتاء، ويمثله متوسط درجات حرارة شهر كانون الثاني، **ويتميز توزيع الحرارة الأفقي بالميزات الاتية:**

١- ترتفع الحرارة عند دائرة خط الاستواء وتنخفض بالابتعاد عنه شمالاً وجنوباً باتجاه القطبين، وذلك لأن الشمس عمودية أو شبه عمودية على دائرة خط الاستواء طوال العام.

٢- تنخفض الحرارة في غرب القارات لمرور تيارات بحرية باردة وترتفع الحرارة في شرق القارات لمرور تيارات بحرية دافئة.

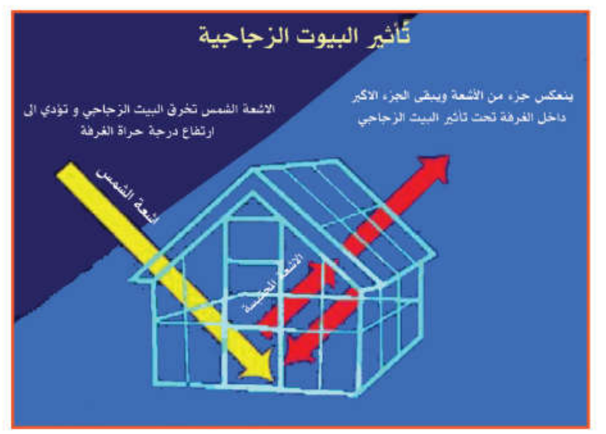
٣- ترتفع الحرارة في النصف الشمالي أكثر من النصف الجنوبي للأرض، بين آذار- أيلول بينما تنخفض حرارة النصف الشمالي عن النصف الجنوبي بين أيلول- آذار.

٤- صيف النصف الشمالي أكثر حرارة من صيف النصف الجنوبي، وذلك لأن النصف الشمالي معظمه يابس بينما النصف الجنوبي معظمه ماء.



## الاحتباس الحراري Global Warning

أبتكر هذا المصطلح لاول مرة عام ١٨٩٦م من قبل الكيميائي السويدي (سفانتي آرهينوس)، الذي وضح في نظريته ان استخدام انواع الوقود المستخرجة من باطن الارض، كـ(الفحم، النفط، والغاز الطبيعي) يزيد من نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الغازي، فتؤثر هذه الزيادة عل زيادة درجة الحرارة على الارض، واستمرار هذه الظاهرة يعرض الكرة الارضية الى كارثة كبيرة.

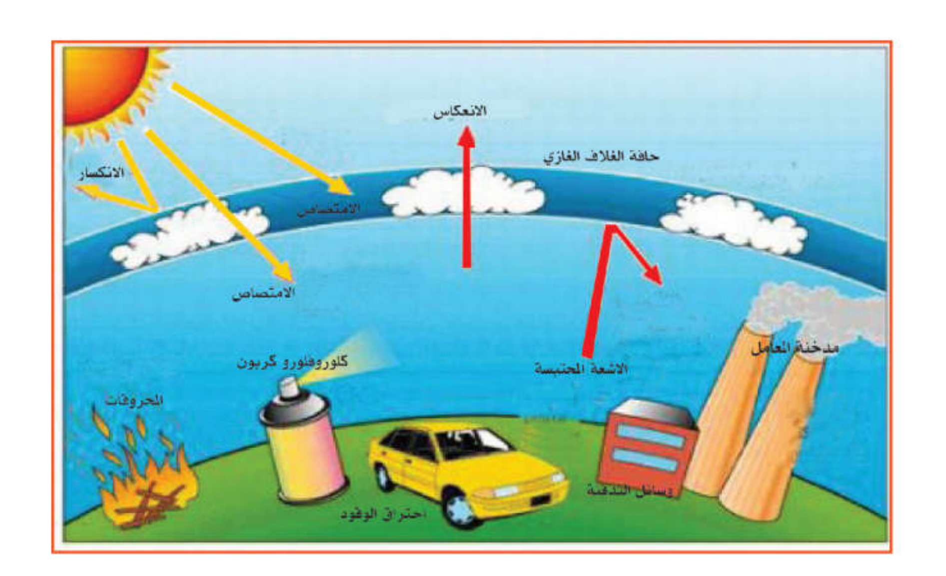



ان ظاهرة الاحتباس الحراري موجودة منذ تكون الغلاف الغازي حول الارض، وكانت تساعد على استمرار الحياة على كوكب الارض.

تشبه هذه الظاهرة خواص البيوت الزجاجية (**green house gases**) فعندما تدخلها اشعة الشمس، تخرج نسبة ضئيلة منها من الغرفة اما النسبة الكبيرة من الاشعة فتنحصر داخلها، فتزداد بالنتيجة درجة حرارة الغرفة عن درجة الحرارة خارجها، وعلى هذا الاساس فان درجة حرارة كوكب الارض اعلى من درجة حرارة الفضاء الخارجي.

### ما هي ظاهرة الاحتباس الحراري؟

انها عبارة عن الارتفاع التدريجي لدرجة حرارة الطبقات السفلى من الغلاف الغازي، بسبب زيادة الغازات الدفيئة مثل:(ثاني اوكسيد الكاربون، الميثان، غاز اوكسيد النتروز- الذي ينتج عن تاثير البكتريا على التربة والمياه- وبعض المركبات كالكلوروفور والكاربون، وغاز الاوزون والتي تنتج من الطبقات السفلية من الغلاف الغازي.



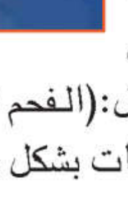

## أسباب حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري:

التلوث بواسطة المصانع

يعتقد بعض العلماء انّ السبب الرئيسي لحدوث هذه الظاهرة هو (الغازات الدفيئة) وازدياد نسبتها نتيجة تلوث الغلاف الغازي، بسبب:

١- الملوثات الطبيعية: تنتج بسبب الانفجارات البركانية واحتراق الغابات والملوثات العضوية.

٢ - الملوثات البشرية: ولها علاقة بالنشاطات البشرية، من خلال استهلاك انواع الطاقة، مثل:(الفحم الحجري، النفط، والغاز الطبيعي) بالاضافة الى قطع الاشجار والغابات بشكل واسع.



## تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري:



١ - ارتفاع درجة حرارة سطح الارض، والذي يتسبب في ذوبان نسبة كبيرة من الجبال الجليدية في قطبي الكرة الارضية، وهذا الذوبان يؤدي الى




ارتفاع مستوى المياه في البحار والمحيطات، والتي تعرض الجزر والمدن الساحلية الى المخاطر ويتسبب في الفيضانات.

٢ – ازدياد العواصف المدمرة في المحيطات، مما يؤثر على الاقاليم الساحلية.

٣ – زيادة التغيرات المتطرفة في الطقس بارتفاع وهبوط درجات الحرارة ونسب التساقط.

٤ – انتشار الامراض الوبائية المتنوعة.

٥ – حدوث ظاهرة الجفاف، التي تؤثر على مصادر المياه وانخفاض نسبة المياه الجوفية وخاصة في المناطق القارية.

٦ – حدوث كوارث زراعية وانقراض بعض المحاصيل الزراعية والكائنات الحية.

## تقليل تأثير الاحتباس الحراري:

انّ الدول الصناعية العظمى، مثل:(الولايات المتحدة الامريكية، كندا،روسيا، الهند، كوريا الجنوبية، الصين، اليابان، والدول الاوروبية..الخ) تمثل مصادر

رئيسية لازدياد نسبة الغازات الدفيئة، مثل:(بخار الماء، ثاني اوكسيد الكاربون، غاز اوكسيد النتروز، الميثان، الاوزون، وبعض مركبات الكلوروفلور والكاربون) التي لها تأثير كبير جداً على ارتفاع حرارة سطح الارض.


الارض

لقد ازدادت ظاهرة زيادة نسبة الغازات مع بدء الثورة الصناعية، وهي في تزايد الآن، وحسب توقعات علماء المناخ فانها ستزداد بنسبة خطيرة خلال النصف الاول من القرن الحالي، لذا فمن الضروري اتخاذ اجراءات لتخفيض انتشار بعض هذه الغازات، وخاصة في الدول الصناعية التي الحقت اضراراً كبيرة بالبيئة لذا يقع على عاتقها الجزء الاكبر من المسؤولية في معالجة هذه الظاهرة، وهي عبارة عن:

١ – المحافظة على الطاقة الموجودة بشكل اقتصادي وتوفيرها، لكي يتم تقليل استخدامها.

٢ – وضع حدّ لقطع الاشجار واعادة تشجير اراضي الغابات المقطوعة، ليتم توسيع المساحات الخضراء.

٣ – استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة للسيطرة على مصادر تلوث البيئة مثل:(وسائل النقل ومداخن المصانع) للحد من انبعاث الغازات الضارة.

٤ – استخدام مصادر الطاقة النظيفة مثل:(الطاقة الشمسية، قوة المد والجزر، والرياح) بدلاً المصادر الاخرى كالنفط والفحم الحجري والغاز الطبيعي.

٥ – العمل على تقليل استخدام وسائط النقل الخاصة، والاعتماد على وسائط النقل العامة، مثل:(الميترو، الحافلات، والقطارات).

## اسئلة الفصل الثالث

١- ما المصدر الذي يزود الهواء بالحرارة؟ وكيف يتم ذلك؟

٢- ما علاقة صفاء الجو وجفاف الهواء في تسرب الحرارة من سطح الأرض ليلاً.

٣- كيف تختلف درجات حرارة الهواء بحسب الارتفاع؟

٤- ما أنواع المحارير المستعملة في تسجيل الأحوال الجوية، وما خصائصها؟

٥- متى تحدث أحر فترة وأبرد فترة، أثناء اليوم وخلال السنة؟ ولماذا؟

٦- ما المصطلحات الاتية؟ وكيف تستخرج؟ (المتوسط اليومي للحرارة، المتوسط الشهري للحرارة، مدى الحرارة اليومي، مدى الحرارة السنوي).

٧- لماذا يختلف مدى الحرارة بحسب القرب من البحار؟

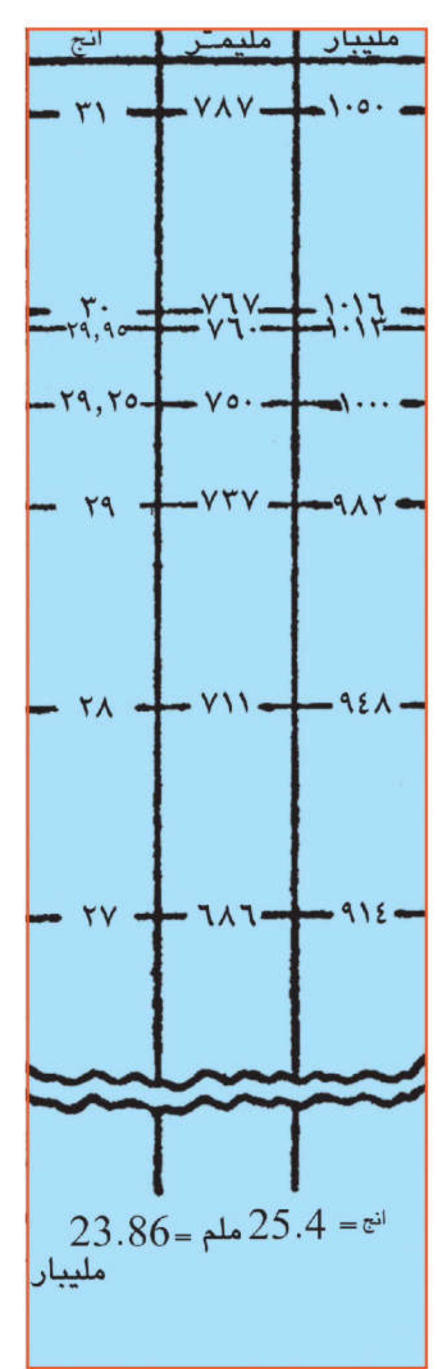
٨- كيف يؤثر خط العرض في مدى الحرارة السنوي؟ ولماذا؟

٩- ما الفرق بين خرائط الحرارة التي ترسم في محطات الرصد الجوي يومياً، وخرائط الحرارة في كتب الجغرافية.

# الفصل الرابع

## الضغط الجوي والرياح

### ١- الضغط الجوي:




الضغط الجوي هو مقدار الضغط الناتج عن وقوع ثقل الغلاف الغازي على الاجسام الموجودة تحته ويقدر عند مستوى سطح البحر، على وحدة مساحة هي الزئبق ارتفاعه ٧٦٠مليمتراً أو ٢٩,٩ انج أو ما يساوي ١٠١٣ مليبار[٣] أو هو وزن عمود الهواء من سطح الأرض الى أعلى الغلاف الغازي على سنتمتر واحد.

### قياس الضغط الجوي:

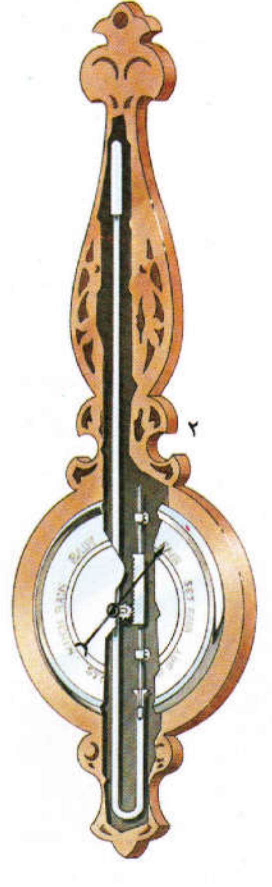
يهتم العلماء بقياسات الضغط الجوي، لأن اختلافاتها هي التي تسبب حركة الرياح واتجاهاتها وسرعتها، ويستخدمون لقياسه أجهزة خاصة، منها **المرواز الزئبقي (البارومتر)** ويتكون من أنبوبة طويلة من الزجاج مقسمة الى وحدات قياس، وطرفها العلوي مغلق، وفي داخلها عمود من الزئبق بمقدار الضغط الجوي،

وموضوعة وضعاً رأسياً في حوض صغير به زئبق معرض للجو، ويتأثر عمود الزئبق في الأنبوبة بمقدار الضغط الجوي الواقع على سطح الزئبق في الحوض فإن زاد مقداره زاد ارتفاع عمود الزئبق في الأنبوبة وان قل

شكل رقم (١٧ ) المقارنة بين مقايس

انخفض فيها، ويمكن معرفة مقدار الضغط الجوي في كل وقت بقراءة القياس الذي يكون عنده سطح عمود الزئبق والمرواز المفرغ والمرواز المسجل (الباروكراف).

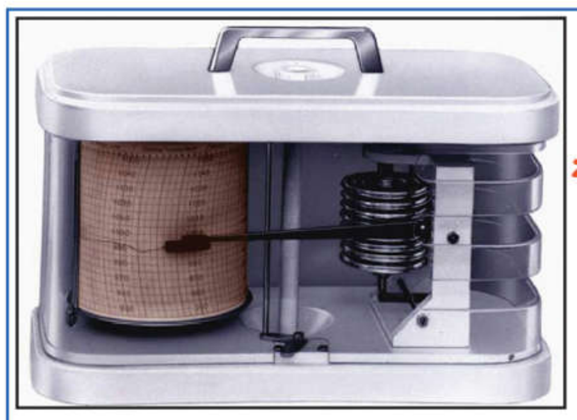
أما **المرواز المفرغ أو المعدني** فهو جهاز بسيط يشبه في شكله الساعة إذ يتكون من صندوق مستدير من المعدن مفرغ من الهواء لحد ما، ومغطى بغطاء رقيق من المعدن سطحه محدب بعض الشيء ومقسم إلى وحدات قياس يتحرك فوقها مؤشر كأحد عقارب الساعة، وتسبب التغييرات التي تحدث في الضغط الجوي تأثيراتها على هذا الغطاء، فإذا ارتفع الضغط الجوي انضغط الغطاء نحو داخل الصندوق أما إذا انخفض فإنه يتمدد نحو الخارج، ويتحرك المؤشر مع انضغاط الغطاء ومع تمدده ويمكن معرفة الضغط الجوي في كل وقت بالرقم الذي يكون المؤشر واقفاً عنده. وأما المرواز المسجل فهو جهاز يشبه لحد كبير جهاز المحرار المسجل، إذ انه يرسم أيضاً بواسطة قلم خطاً بيانياً يمثل تغيرات الضغط خلال أسبوع، وذلك على شريط من الورق مقسم أياماً وساعات وملفوف حول اسطوانة تدور حول نفسها أمام القلم مرة في كل أسبوع، ويتصل القلم بشكل خاص بعدد من الصناديق المعدنية مفرغة من الهواء لحد ما وذات أوجه حساسة، فإذا زاد الضغط عليها انضغطت وهبطت وجوهها نحو الداخل وارتفع سن القلم نحو الأعلى، وإذا قل الضغط حدث العكس ويمكن معرفة الضغط الجوي في أي وقت من الرقم الذي امتد إليه الخط الذي رسمه القلم.



شكل رقم (١٨) المرواز الزئبقي«البارومتر»

شكل رقم (١٩) المرواز المفرغ

يتكون المرواز المسجل من:
١- صناديق معدنية مفرغة جزئيا.
٢- عتلة تضاعف حركة الانابيب المفرغة بحسب تغير الضغط.
٣- الذراع وفي طرفه قلم .
٤- الاسطوانة الدوارة.



شكل رقم (٢٠) المرواز المسجل« الباروكراف»

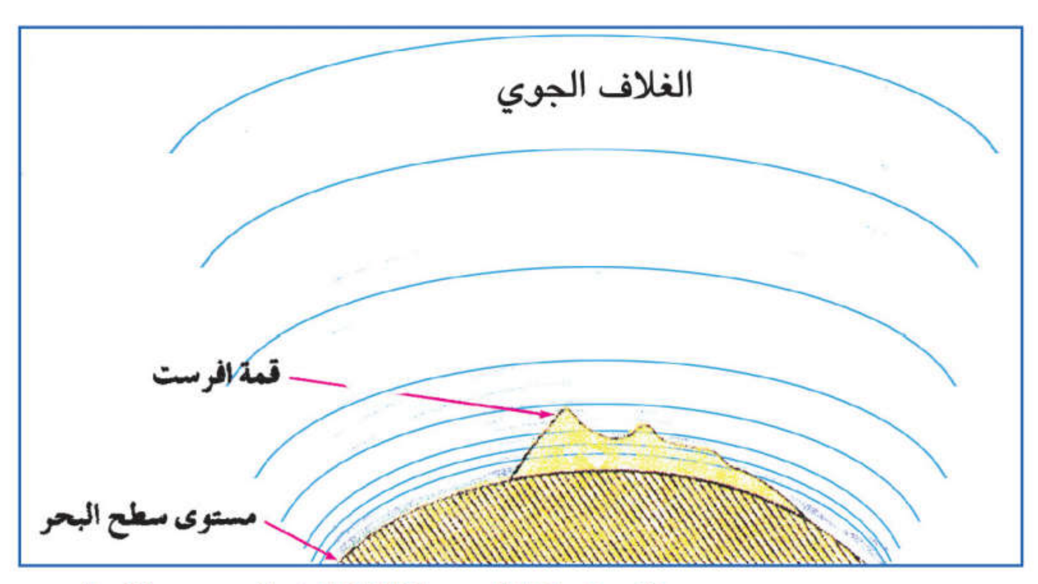
## العوامل المؤثرة في الضغط الجوي:

تشير أجهزة قياس الضغط الجوي إلى أن مقداره يختلف من مكان إلى آخر من سطح الأرض، كما تشير أيضاً إلى أن مقداره في المكان الواحد يختلف بين وقت وآخر، ويكون الارتفاع حيناً ونحو الانخفاض حيناً آخر،**وتحدث التغيرات في الضغط الجوي بتأثير ثلاثة عوامل:**

**١- حدوث تغير في درجات الحرارة:** إذا ارتفعت درجة الحرارة في أي مكان من سطح الأرض فأن هواءه يتمدد ويزداد حجمه وعندما يزداد حجم الهواء يحتاج إلى فراغ أكبر من الفراغ الذي كان يشغله قبل تمدده فيضغط على جوانب الاهوية المحيطة به ويشغل قسماً من حيزها، وبذلك يكون وزن القسم الباقي منه في حيزه الذي كان يشغله قبل تمدده أقل من وزنه الكلي وبالتالي يقل ضغطه، أما إذا انخفضت درجة حرارة المكان فإن هواءه ينكمش ويقل حجمه، وعندما يقل حجم الهواء يحتاج إلى فراغ أقل من الفراغ الذي كان يشغله قبل انكماشه، فيأتي من الاهوية المحيطة به قسم يضاف إليه ليكمل ملء فراغه السابق فيزداد نتيجة لذلك وزنه، وبالتالي يزداد ضغطه.

**٢- تغير الارتفاع عند مستوى سطح البحر**، لأن بارتفاع المكان ينقص مقدار طول عمود الغلاف الغازي الذي يقوم فوقه، وبالتالي ينقص وزنه فينخفض ضغطه، أما إذا كان المكان عند ارتفاع أقل من ارتفاع المكان الأول فإن طول عمود الغلاف الغازي فوقه يكون أطول، وبالتالي يكون ضغطه أكبر.

**٣- تغير مقدار الرطوبة في الهواء،** وذلك لأن الهواء أثقل من بخار الماء، وتبعاً لذلك يزداد مقدار الضغط الجوي في مكان ما إذا قل مقدار الرطوبة المطلقة في هوائه، بينما يقل ضغطه إذا زادت الرطوبة في هوائه، يتناقص مقدار الضغط الجوي بالارتفاع، كما عرفنا، ولكن تناقصه لايحدث بصورة منتظمة أي أنه لايكون بمقدار ثابت كلما ارتفعنا خمسة كيلومترات مثلاً، وذلك لأن الهواء ليس بكثافة واحدة، وإنما يختلف مقدار الكثافة فيه كثيراً من طبقة إلى أخرى، ومن المعروف أن مقدار الكثافة يكون أكبر مايكون في الطبقة السفلى، وانه يقل في كل طبقة عن الطبقة التي تحتها (انظر الشكل رقم ٢١).




شكل رقم (٢١ ):درج كثافة الغلاف الجوي مع الارتفاع

## التوزيع الأفقي للضغط الجوي:

يقصد بالتوزيع الأفقي للضغط الجوي توزيعه على سطح الأرض يابسة ومائه ولتصوير هذا التوزيع يقوم العلماء برسم خرائط تعرف باسم خرائط الضغوط المتساوية، ويمدون على هذه الخرائط خطوطاً تسمى خطوط الضغوط المتساوية، ويربط كل خط منها بين الأماكن التي يكون مقدار الضغط الجوي فوق كل منها مساوياً لمقاديره فوق الأماكن الأخرى، وترسم الخرائط عادة بحيث يكون مقدار الفرق في الضغط بين الخط الواحد منها والآخر

(٢أو٣أو٤أو٥) من المليمترات أو المليبارات أو ١/١٠من الانج، وتختلف الخرائط التي يرسمها علماء الطقس عن الخرائط الأخرى التي يرسمها علماء المناخ، ففي الأولى توزع مقادير الضغط كما تبينها أجهزة قياس الضغط، أما في الأخرى فتوزع متوسطاتها بعد تعديلها إلى مستوى سطح البحر، ويرسم علماء الطقس خرائطهم لكل يوم من ايام السنة، أما علماء المناخ فيرسمونها لكل فصل من الفصول وان كانوا في الغالب يقتصرون على رسم خريطتين اثنتين فقط، تكون احداهما لشهر تموز ممثلة لفصل الصيف في نصف الأرض الشمالي ولفصل الشتاء في النصف الجنوبي، وتكون الأخرى لشهر كانون الثاني ممثلة لفصل الشتاء في نصف الأرض الشمالي ولفصل الصيف في النصف الجنوبي

**ومن دراسة خرائط الضغوط المتساوية يلاحظ مايأتي:**

١- **تكون الخطوط مستقيمة او متعرجة او ملتفة،** وتكون المسافات الفاصلة بين الخط الواحد منها والآخر واسعة نسبياً أحياناً وضيقة أحياناً أخرى، وتدل المسافات الواسعة بين خطوط الضغط على أن التدرج في الضغط في تلك الأماكن تدرج بطيءٌ أما المسافة الضيقة فتدل على التدرج السريع.

٢- **تكون الخطوط الملتفة في شكل بيضوي أو دائري** دالة على المناطق الإعصارية التي يكون ضغط مراكزها أقل من ضغط مناطقها الخارجية كما تدل أيضاً على المناطق الأخرى ضد الإعصارية التي يكون ضغط مراكزها أعلى من ضغط مناطقها الخارجية، وفي الأولى يكون مركز الضغط الأوطأ في الداخل ويزداد مقداره نحو الخارج، أما في الأخرى، فعلى العكس، يكون مركز الضغط الأعلى في الداخل ويتناقص مقداره نحو الخارج.

## أماكن الضغوط العالية والواطئة

### أولاً- في الربيع أو في الخريف

إذا نظرنا إلى خريطة للضغوط المتساوية في فصل الربيع أو فصل الخريف حيث يكون الفرق قليلاً وقتئذ بين درجات الحرارة على اليابس وعلى الماء فأننا نلاحظ وجود أربعة نطاقات للضغوط العالية وثلاثة للضغوط الواطئة.

### أ- نطاقات الضغوط العالية:

١- نطاق نصف الأرض الشمالي حول دائرة عرض ٣٠° ويعرف بنطاق الضغط العالي شبه المداري الشمالي.

٢- نطاق في نصف الأرض الجنوبي حول دائرة عرض ٣٠° ويعرف بنطاق الضغط العالي شبه المداري الجنوبي.

٣- نطاق حول القطب الشمالي ويعرف بنطاق الضغط العالي القطبي الشمالي.

٤- نطاق حول القطب الجنوبي ويعرف بنطاق الضغط العالي القطبي الجنوبي.

### ب - نطاقات الضغوط الواطئة:

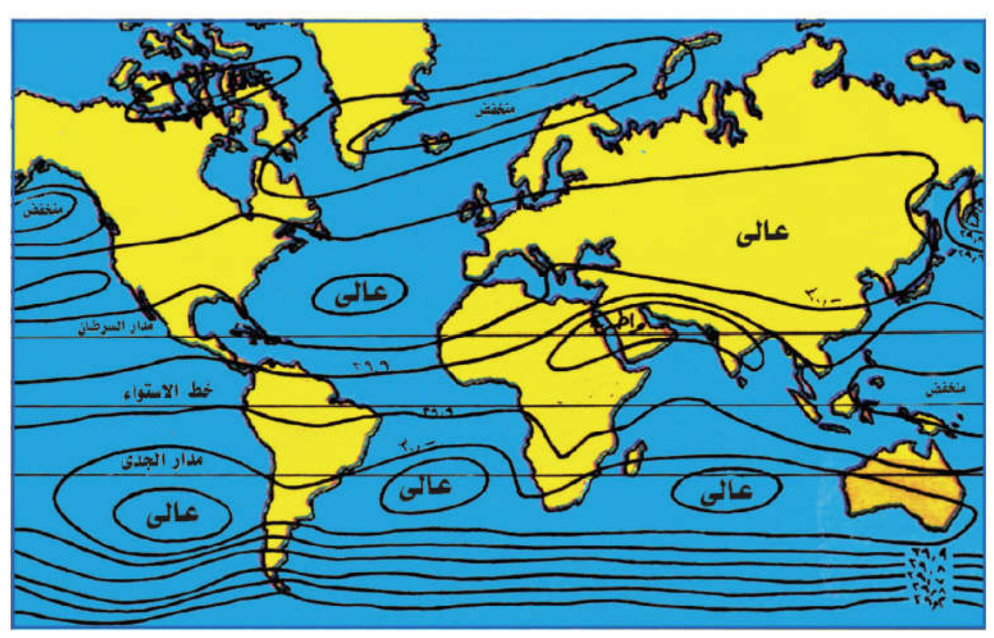
١- نطاق حول دائرة خط الاستواء، ويعرف بنطاق الضغط الواطيء الاستوائي.

٢- نطاق في نصف الأرض الشمالي حول دائرة عرض ٦٠° ويعرف بنطاق الضغط الواطيء شبه القطبي الشمالي.

٣- نطاق في نصف الأرض الجنوبي حول دائرة عرض ٦٠° ويعرف بنطاق الضغط الواطيء شبه القطبي الجنوبي.

### ثانياً- في الصيف أو ألشتاء

إذا نظرنا إلى خريطة أخرى للضغوط المتساوية في فصل الصيف أو في فصل الشتاء فإننا نلاحظ حدوث تغيرات هامة في توزيع الضغوط العالية منها والواطئة ويرجع السبب في حدوث هذه التغيرات إلى حدوث تغيرات كبيرة في درجات الحرارة بين اليابس والماء، فدرجات الحرارة على القارات ترتفع كثيراً في فصل الصيف وتنخفض كثيراً في فصل الشتاء بينما تبقى درجات الحرارة على المحيطات والبحار ثابتة تقريباً، وبسبب ثبات درجات الحرارة على سطوح الماء في كل فصول السنة تقريباً فإن أجزاء نطاقات الضغوط العالية منها والواطئة الممتدة على هذه السطوح تبقى في أماكنها، مع اتساع فيها أو تقلص حسب الفصل حاراً كان أم بارداً، ففي فصل الحرارة تتسع أجزاء الضغوط العالية وتمتد بضع درجات نحو الشمال أو نحو الجنوب بحسب حركة الشمس الظاهرية، ويكون العكس في فصل البرودة فتنكمش أجزاء الضغوط العالية




شكل رقم (٢٢): خارطة الضغط للاعتدالين (الخريف و الربيع)

بينما تتسع أجزاء الضغوط الواطئة وتزداد عمقاً، أما على اليابس فإن أجزاء الضغوط العالية تضمحل وتختفي في فصل الحرارة بينما تبقى الضغوط الواطئة وتزداد اتساعاً وامتداداً مع حركة الشمس شمالاً وجنوباً، وتكون الحالة بالعكس في فصل البرودة، فتتسع وتمتد أجزاء الضغوط العالية بينما تضمحل وتختفي أجزاء الضغوط الواطئة ويمكن تلخيص وتوزيع أماكن الضغوط في شهري تموز وكانون الثاني كما يأتي:

في شهر تموز.

### أـ أماكن الضغوط العالية:

١- منطقة ضخمة على القسم الشمالي من المحيط الأطلسي في العروض شبه المدارية وتشتهر باسم الضغط العالي الأزوري.

٢- منطقة ضخمة على القسم الشمالي من المحيط الهادي في العروض شبه المدارية وتعرف بمنطقة الضغط العالي في القسم الشمالي من المحيط الهادي.

٣- نطاق الضغط العالي شبه المداري الجنوبي ويمتد بصورة متصلة تقريباً على اليابس والماء.

٤- نطاق حول كل من القطبين.

## ب – أماكن الضغوط الواطئة:

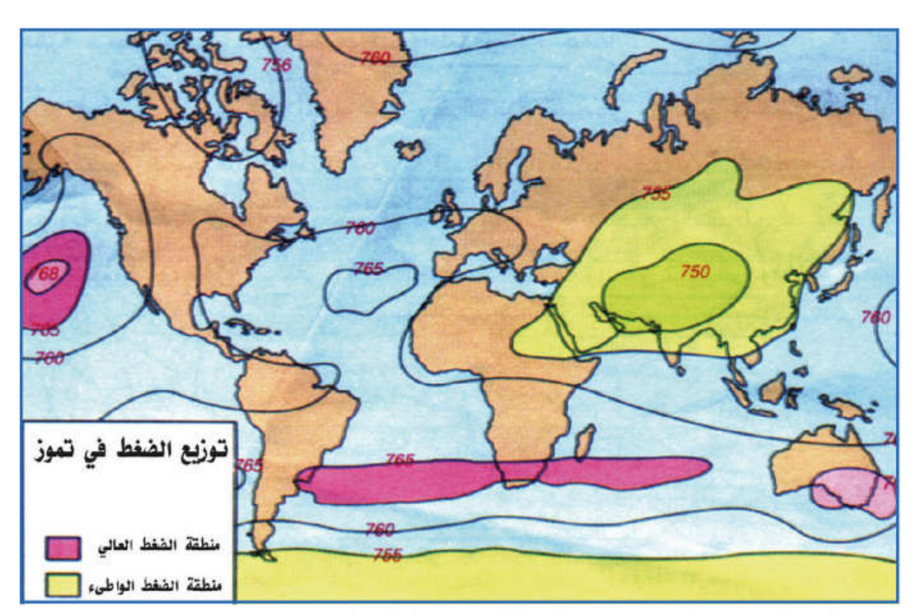
١– النطاق الاستوائي، ويقع كله تقريباً في شمال دائرة خط الاستواء ممتدا على اليابس والماء.

٢– النطاق شبه القطبي الشمالي، ويمتد متصلاً على اليابس والماء، ولكن أجزاءه على اليابس تكون أوسع وأكبر عمقاً.

٣– النطاق شبه القطبي الجنوبي ويمتد كله بصورة متصلة.

٤– منطقة هائلة تشمل قارة آسيا ومعظم أوربا والقسم الشمالي من أفريقيا، وتصل بين النطاق الاستوائي والنطاق شبه القطبي الشمالي، ويقع أعمق أجزائها فيما بين البصرة ووسط الصين.

٥– منطقة على الولايات المتحدة الأمريكية ويقع أعمق أجزائها في القسم الغربي منها وتمتد جنوباً على أمريكا الوسطى لتتصل بالضغط الجنوبي الاستوائي




**شكل رقم (٢٣): خريطة توزيع خطوط الضغوط المتساوي في فصل الصيف «شهر تموز»**

على القسم الشمالي من أمريكا الجنوبية.

### في شهر كانون الثاني:

### أ– أماكن الضغوط العالية:

١– نطاق الضغط العالي شبه المداري الشمالي ويكون متصلاً على اليابس وعلى الماء.

٢- نطاق الضغط العالي شبه المداري الجنوبي ويتركز معظمه على الأقسام الجنوبية من المحيطات الواسعة.
٣- منطقة حول كل من القطبين.
٤- منطقة هائلة تشمل معظم قارة آسيا، ويقع أعمق أجزائها على صحراء منغوليا.

### ب - أماكن الضغوط الواطئة:

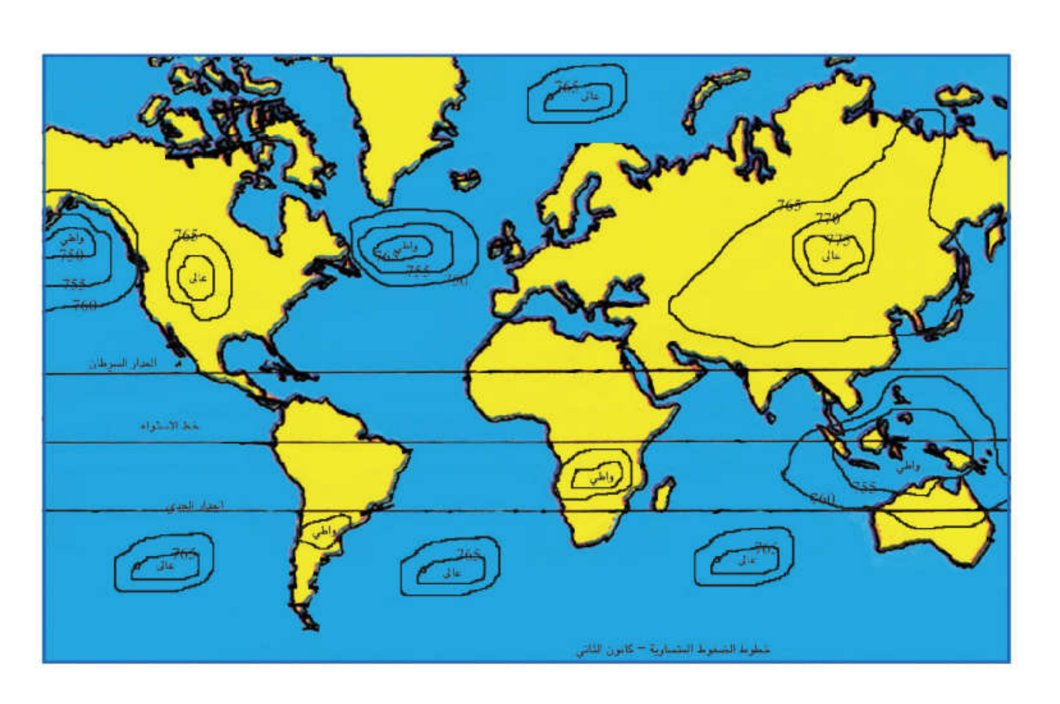
١- النطاق الاستوائي ويقع معظمه في جنوب دائرة خط الاستواء وتوجد أعمق أجزائه على يابس أفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا.
٣- منطقة ضخمة على القسم الشمالي من المحيط الأطلسي في العروض شبه القطبية وهي التي سبقت الإشارة إليها بتسمية الضغط الواطئ الأيسلندي.
٤- منطقة ضخمة على القسم الشمالي من المحيط الهادي في العروض شبه القطبية وتشتهر بالضغط الواطئ الألوشي.
٥- نطاق في نصف الأرض الجنوبي يمتد متصلاً في العروض شبه القطبية.

### خلاصة توزيع الضغط الجوي:

نستطيع أن نوجز أخيراً التوزيع العام للضغط الجوي كما يأتي:
١- في الربيع، والخريف، تكون الضغوط العالية منها والواطئة نطاقات متصلة على اليابس والماء.
٢- في شهر تموز تظهر مناطق موسمية للضغوط الواطئة تبقى طوال فصل الحرارة وتختفي في فصل البرودة، وتتكون أوسع هذه المناطق وأعمقها على آسيا.
٣- في شهر كانون الثاني، تظهر مناطق موسمية للضغوط العالية تبقى طوال فصل البرودة وتختفي في فصل الحرارة وتتكون أوسع هذه المناطق وأعلاها على قارة اسيا أيضاً.

٤- توجد (سبع) مناطق دائمة للضغوط العـالية، تقع منها منطقتان حول القطبين وتـقع منـطـقتـان في العـروض شبه المدارية الـشمـاليـة، احدهـما عـلى المحيط الهـادي وتقع الاخرى على المحيط الأطلسي، وهي المعروفـة بالضغط العالي الازوري، أما المنـاطق الـثلاث الأخـرى فتـقع في الـعـروض شـبه المدارية الجنوبية على المحيطات الثلاثة، الأطلسي والهندي والهادي.

٥- توجد أربع مناطق دائمة للضغـوط الواطئة، تقع واحدة منها متصلة الأجزاء حول دائـرة خط الاستواء، وتقع الـثانية مـتصلة الأجـزاء أيضاً في العروض شبه الـقطبية الجـنوبية، وتقع الأخـيرتان في العروض شـبه القطبيـة الشمالية، أحدهـما على المحـيط الأطلسي وهي المعروفة بالـضغط الواطيء الأيـسلندي، والأخرى على المحيط الهادي المعروفة بالضغط الواطيء الألوشي.




**شكل رقم (٢٤)**

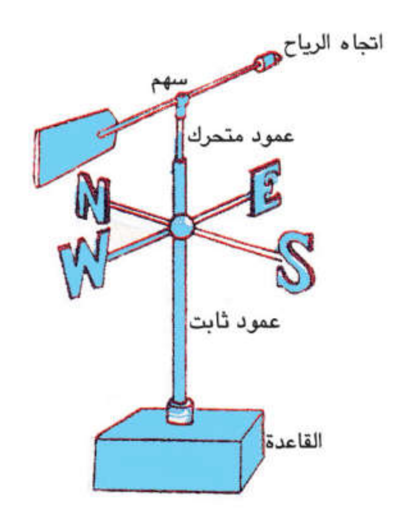
**خريطة تمثل توزيع خطوط الضغوط المتساوية– كانون الثاني**

## ٣- الرياح وعلاقتها بالضغط الجوي:

**تطلق تسمية الرياح على الهواء المتحرك على سطح الأرض حركة أفقية،** أما إذا تحرك الهواء عمودياً فيسمى تياراً وتهب الرياح من المناطق التي يكون ضغطها عالياً الى المناطق الأخرى التي يكون ضغطها واطياً، وكلما زاد الفرق في الضغط بين المناطق زادت سرعة الرياح، ولاتهب الرياح في شكل تيار مستمر منتظم السرعة، وإنما تكون عادة في شكل هبات متقطعة ومختلفة السرعة كما يؤثر في سرعتها وانتظام هبوبها ما يعترض طريقها من ظاهرات سطح الأرض. ارتفاعاً وانخفاضاً، كما أنها لا تأخذ أثناء هبوبها اتجاهاً مباشراً نحو هدفها وإنما تنحرف تحت تأثير كروية الأرض ودورانها حول نفسها ويكون انحرافها تدريجياً إلى يمين اتجاهها في نصف الأرض الشمالي بينما يكون إلى يساره في النصف الجنوبي.وتنسب الريح إلى الاتجاه التي تهب منه، وليس الاتجاه التي تهب نحوه، ولمعرفة الاتجاهات بدقة تستخدم أجهزة خاصة، ومن أشهرها الجهاز المعروف باسم دوارة الرياح **كما في الشكل (٢٦)**، ويتكون أبسط أنواع دوارة الرياح من سهم معدني، أحد طرفيه مدبب بينما طرفه الآخر عريض ويخترق هذا السهم عمود من الحديد أيضاً قابل للحركة، يرتكز هذا العمود القابل للحركة على عمود آخر ثابت قائم على قاعدة، ومثبت بالعمود الأخير أربعة أذرع، ويشير كل ذراع منها إلى جهة من الجهات الأربعة الأصلية، وفي كل الأوقات يشير اتجاه الطرف المدبب للسهم إلى الجهة التي تهب منها الرياح، بينما يشير الطرف العريض إلى الجهة الأخرى التي تهب نحوها.



**شكل رقم (٢٥) الرياح**



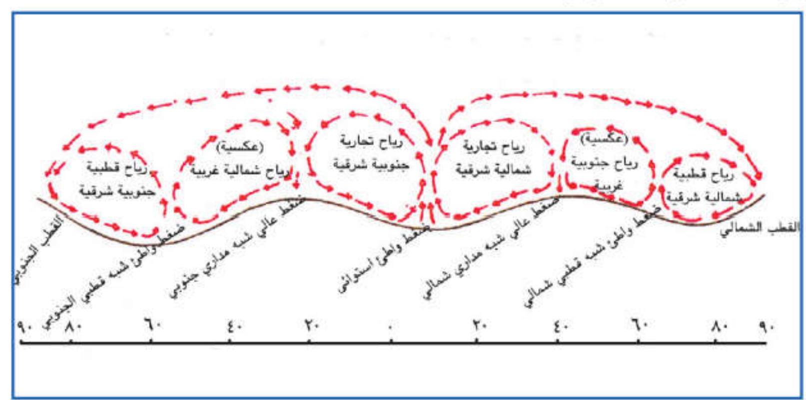

**شكل رقم (٢٦): دوارة الرياح**

## الدورة العامة للرياح

تحدث الدورة العامة للرياح في شكل أهوية تتحرك على سطح الأرض من مناطق الضغوط العالية إلى مناطق الضغوط الواطية، وعندما تصل إلى هذه المناطق الأخيرة، تتصاعد وتتحرك في الجو نحو مناطق الضغوط العالية التي خرجت منها فتنزل عندها وتتحرك من جديد في شكل رياح نحو مناطق الضغوط الواطية، ويكون حدوثها على النحو الآتي:

١- من مناطق الضغوط العالية المدارية الشمالية يخرج نوعان من الرياح:

أ - رياح تتجه نحو مناطق الضغط الواطيء الاستوائي وتعرف بالرياح التجارية الشمالية الشرقية.




**شكل رقم (٢٧): تخطيط عام لتوضيح الدورة العامة للرياح على سطح الأرض وعلاقتها بالضغوط العالية والواطية.**

ب - رياح أخرى تتجه نحو مناطق الضغط الواطيء شبه القطبي الشمالي وتعرف بالرياح الجنوبية الغربية أو العكسية الجنوبية الغربية كما تعرف أيضاً باسم الرياح الغربية والتسمية الأخيرة هي الأصح، وذلك لأنها ليست ثابتة الاتجاه بسبب تأثرها بالانخفاضات الجوية الكثيرة في مناطقها، فتارة تهب من اتجاه الجنوب الغربي وتارة أخرى من اتجاه الغرب أو الشمال الغربي.

٢- من مناطق الضغوط العالية شبه المدارية الجنوبية يخرج أيضاً نوعان من الرياح:

أ - رياح تتجه نحو مناطق الضغط الواطيء الاستوائي، وتعرف بالرياح التجارية الجنوبية الشرقية.

ب - رياح أخرى تتجه نحو مناطق الضغط الواطيء شبه القطبي الجنوبي وتعرف بالرياح الشمالية الغربية أو العكسية الشمالية الغربية، كما تعرف أيضاً باسم الرياح الغربية وهي التسمية الأصح.

٣- من مناطق الضغط العالي القطبي الشمالي تخرج رياح تتجه نحو مناطق الضغط الواطيء شبه القطبي الشمالي، وتعرف بالرياح القطبية الشمالية الشرقية.

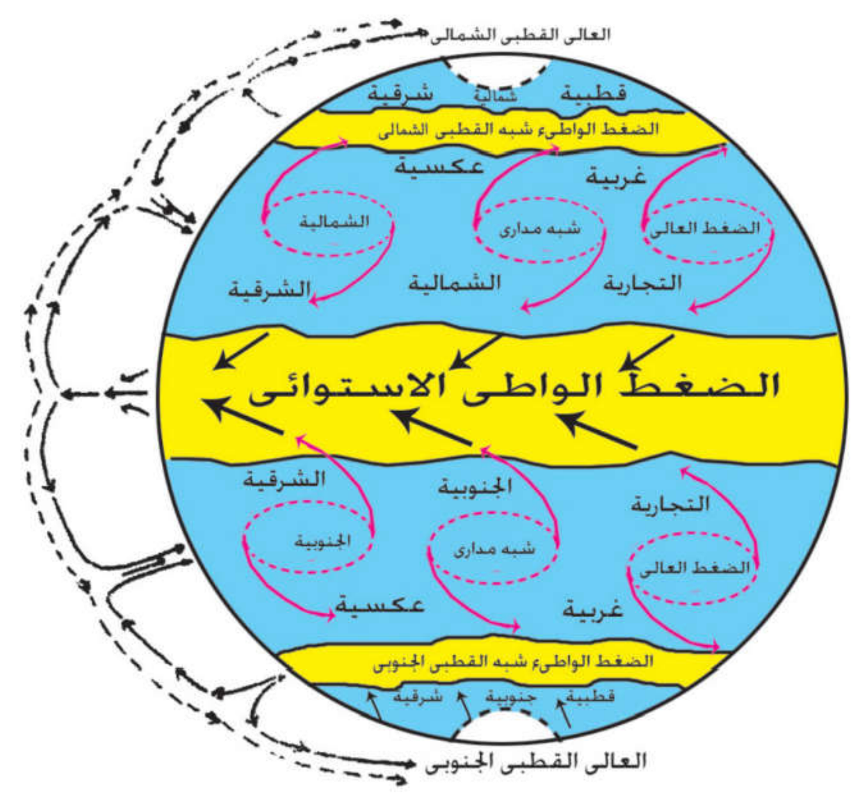
٤- من مناطق الضغط العالي القطبي الجنوبي تخرج رياح تتجه نحو مناطق الضغط الواطيء شبه القطبي الجنوبي، وتعرف بالرياح القطبية الجنوبية الشرقية.

٥- وفي مناطق الضغوط الواطئة الاستوائية تتصاعد أهوية الرياح التجارية بنوعيها، وفي الجو يتجه قسم منها شمالاً وينزل في مناطق الضغوط العالية شبه المدارية الشمالية ليحل محل الاهوية التي خرجت منها في شكل رياح تجارية شمالية شرقية وفي شكل رياح غربية، بينما يتجه الآخر جنوباً وينزل في مناطق الضغوط العالية شبه المدارية الجنوبية ليحل محل الاهوية التي خرجت منها في شكل رياح تجارية جنوبية شرقية وفي شكل رياح غربية.

٦- وفي مناطق الضغوط الواطية شبه القطبية الشمالية تتصاعد أهوية الرياح

الغربية، وأهوية الرياح القطبية الشمالية في الجو، يتجه قسم منها شمالاً وينزل في مناطق الضغط العالي القطبي الشمالي، ليحل محل الاهوية التي خرجت منها في شكل رياح قطبية شمالية شرقية، بينما يتجه القسم الآخر جنوباً وينزل في مناطق الضغط العالي شبه المداري ليحل محل الاهوية التي خرجت منها في شكل رياح غربية.

٧- وفي مناطق الضغوط الواطية شبه القطبية الجنوبية تتصاعد أهوية الرياح الغربية، وأهوية الرياح القطبية الجنوبية الشرقية في الجو، يتجه قسم منها شمالاً وينزل في مناطق الضغوط العالية شبه المدارية الجنوبية ليحل محل الأهوية التي خرجت منها في شكل رياح غربية، بينما يتجه الآخر جنوباً وينزل في مناطق الضغط العالي القطبي الجنوبي ليحل محل الاهوية التي خرجت منها في شكل رياح قطبية جنوبية شرقية.




شكل رقم (٢٨ ): نطاقات الضغط والدورة العامة للرياح

## تصنيف الرياح

**تصنف الرياح بحسب أوقات هبوبها إلى أربعة أصناف:**

١- **رياح دائمية:** وهي التي تهب من مناطق الضغوط العالية الدائمة نحو مناطق الضغوط الواطية الدائمة، وهي الرياح التجارية بنوعيها والرياح الغربية بنوعيها والرياح القطبية بنوعيها.

٢- **رياح موسمية:** وهي التي تحدث نتيجة تكون ضغوط واطئة كبيرة العمق على اليابس في فصل الصيف، أو نتيجة تكون ضغوط عالية كبيرة الارتفاع على اليابس أيضاً في فصل الشتاء.

٣- **رياح محلية:** وهي رياح تهب على مناطق معينة من سطح الأرض، ويستمر هبوبها وقتاً قصيراً ومنها رياح السموم والخماسين والفون.

٤- رياح يومية: وهي التي تتكون عند سواحل البحار أثناء اليوم، في الأوقات التي يحدث فيها تغير ملحوظ في الضغط بين الماء واليابس المجاور له.

### الرياح الموسمية:

رياح تهب سنوياً في موسم معين بين مساحة واسعة من الماء وبين مساحة واسعة أخرى من اليابس، ويكون السبب في هبوبها اختلاف كبير بينهما في درجات الحرارة يترتب عليه حدوث اختلاف كبير بينهما في الضغط، وبمراعاة ذلك، يكون هبوب الرياح الموسمية في فصل الصيف من الماء إلى اليابس، بينما يكون في فصل الشتاء بالعكس، أي من اليابس نحو الماء، وتهب الرياح الموسمية على أجزاء من أربع قارات هي آسيا وأفريقيا وأمريكا الشمالية وأستراليا، وفي آسيا تهب على الأقاليم الواقعة في جنوبها وجنوبها الشرقي وشرقها، وتمتد هذه الأقاليم من الهند إلى شرق الاتحاد الروسي، كما تهب على الجمهورية اليمنية وعلى ساحل خليج غانا والسودان وأثيوبيا، وفي أمريكا الشمالية، تهب على الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة، وفي استراليا، تهب على القسم الشمالي منها، ويبدو هبوب الرياح الموسمية في أوضح صورة وأوسعها على الأقاليم الآسيوية، ويرجع السبب في ذلك إلى

وجود أوسع مساحة من اليابس تكونها قارة آسيا إلى جوار المساحات الهائلة من الماء التي يكونها المحيطان الهادي والهندي، وقد ترتب على ذلك إن كان الفرق بينهما في درجات الحرارة صيفاً وشتاءاً وبالتالي في الضغط أكبر مما يوجد بين قارة أخرى ومساحات الماء المحيطة بها.

## الرياح الموسمية على الأقاليم الآسيوية

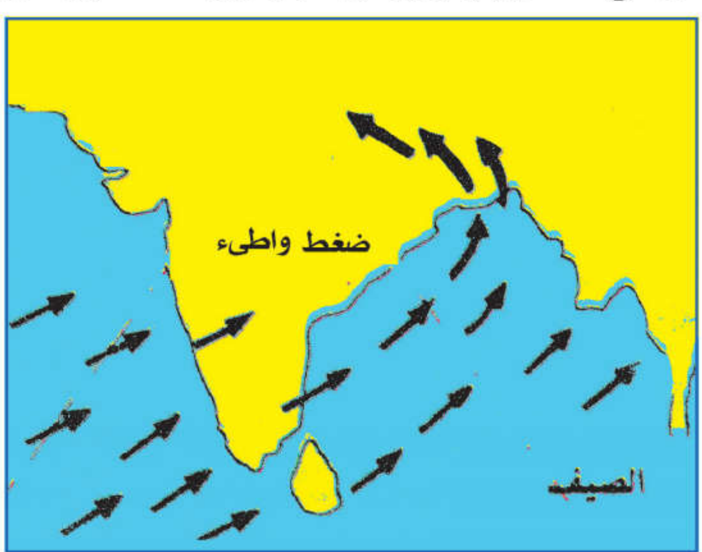
### أولاً ـ في فصل الصيف

في الصيف تصبح قارة آسيا أعمق منطقة للضغط الواطيء على سطح الأرض ولهذا تنجذب نحوها أهوية من جميع الاتجاهات، وعلى الأخص من مناطق الضغوط العالية على المحيط الهادي وعلى المحيط الهندي وعلى المحيط الأطلسي.

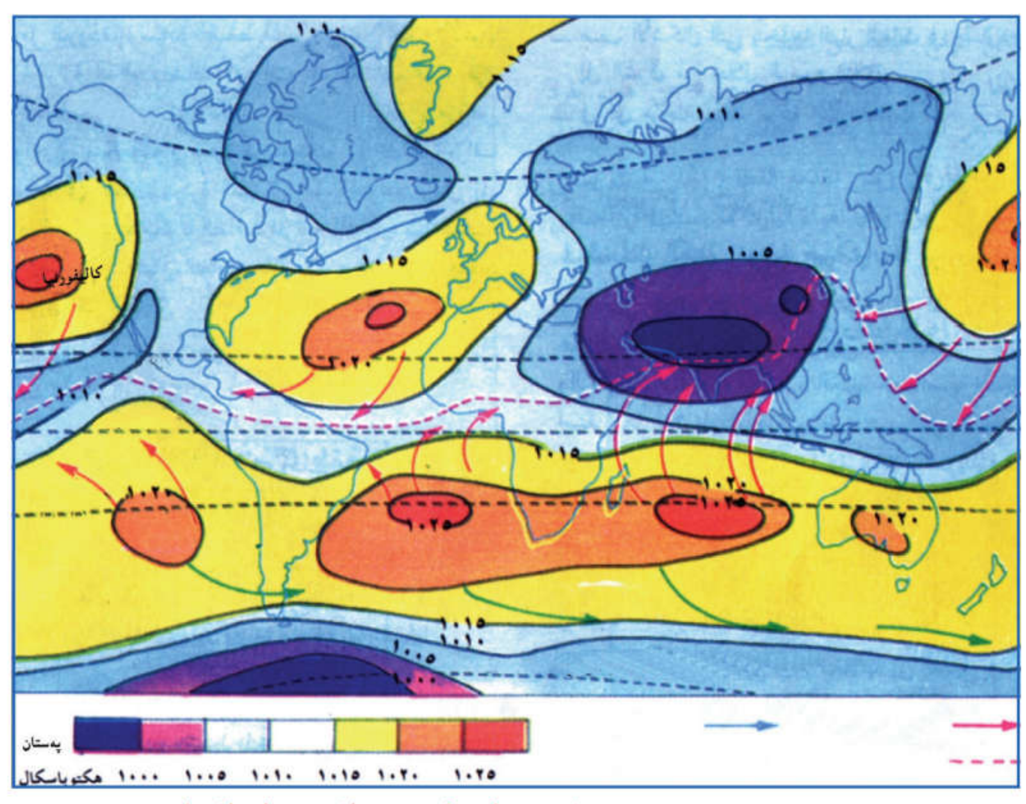
### على شرق آسيا وجنوبها الشرقي

تهب الرياح الموسمية على هذه الأقاليم في نفس الوقت الذي تهب فيه على الهند والباكستان، أي في شهر حزيران، ويكون مصدرها مناطق الضغوط العالية شبه المدارية على المحيطين الهادي والهندي، ويغلب أن تكون على الهند الصينية جنوبية غربية، وعلى الصين وكوريا وما يجاور هذه الدول من الأراضي الروسية جنوبية وجنوبية شرقية.

وتسقط هذه الرياح أمطاراً غزيرة على سفوح المرتفعات الآسيوية الساحلية وتقل أمطارها بالتقدم في الداخل حتى تصبح جافة، لاتسقط مطراً




شكل رقم (٢٩): الرياح الموسمية الصيفية




شكل رقم (٣٠) توزيع الضغوط والرياح في شهر تموز

### ثانياً ـ في فصل الشتاء

في فصل الشتاء تصبح قارة آسيا أعلى منطقة للضغط العالي على سطح الأرض، وتخرج منها أهويتها في شكل رياح موسمية شتوية نحو مناطق الضغوط الواطية الاستوائية ونحو منطقة الضغط الواطيء الالوشي.

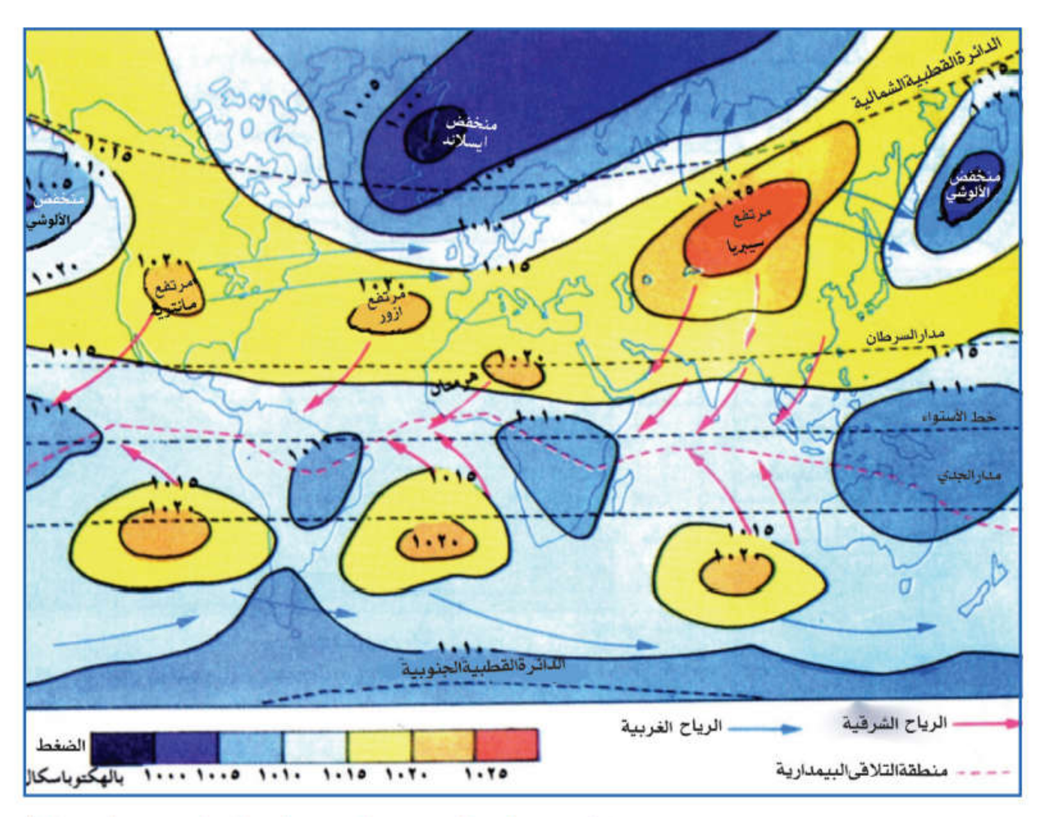
### على شرق آسيا وجنوبها الشرقي:

يكون اتجاه هبوب الرياح الموسمية الشتوية على هذه الأقاليم على عكس اتجاه هبوب الرياح الموسمية الصيفية عليها، فتكون شمالية شرقية على الهند الصينية وتكون على الصين واليابان وكوريا والأراضي الروسية المجاورة شمالية وشمالية غربية، ونظراً لأن مصادرها من داخل آسيا تكون شديدة البرودة والجفاف، فإنها تنقل معها برودتها الى هذه الأقاليم، وقد تسقط قليلاً من الثلج على المرتفعات التي تجتازها، ولكنها لاتسقط مطراً إلا إذا خرجت من اليابس

إلى الماء ومرت على مياه بحر اليابان الدافئة فأنها تمتص عندئذ أبخرتها وتسقطها مطراً على سفوح المرتفعات الساحلية التي تواجهها، كمرتفعات غرب اليابان وشرق كوريا والصين وفيتنام.




شكل رقم (٣١): اتجاه الرياح الموسمية في فصل




شكل رقم ( ٣٢) توزيع الضغوط والرياح في كانون الثاني

## الرياح المحلية:

تنشأ الرياح المحلية من سببين رئيسين أحدهما وجود انخفاض جوي، والآخر حدوث نشاط وقتي في حركة تصاعد الهواء.

**أولاً- رياح الانخفاضات الجوية:** وذلك عندما يوجد انخفاض جوي (إعصار) تنجذب نحوه الرياح من الاتجاهات المحيطة به، ومن الطبيعي أن يكون بعض منها دافئاً بينما يكون بعضها الآخر بارداً، ومن الطبيعي أيضا أن تكون الرياح الدافئة قادمة من جهات دافئة وغالباً ما تكون من جهة دائرة خط الاستواء، بينما تكون الرياح الباردة قادمة من جهات باردة، وغالباً ماتكون من جهة القطب، ويكون هبوب الرياح الدافئة في مقدمة الانخفاض الجوي، بينما تكون الرياح الباردة في مؤخرته، وباعتبار ما تقدم تصنف الرياح المحلية إلى مجموعتين:

**١- مجموعة الرياح الدافئة:** وتهب في مقدمة الانخفاض، ومن أشهر أنواعها مايأتي:

أ ـ الرياح الجنوبية الشرقية (الشرقي) التي تهب على العراق من جهة الخليج العربي وتسبب سقوط معظم أمطاره في فصل الأمطار.

ب ـ رياح السموم: وهي تسمية عامة تطلق على الرياح الجافة الحارة المتربة التي تهب على البلاد العربية من صحاريها الجنوبية في فصل الربيع.

جـ ـ رياح الخماسين: وهي تسمية خاصة تطلق في جمهورية مصر العربية على رياح السموم.

د ـ رياح السيروكو: وهي تسمية خاصة تطلق في جنوب أوربا على رياح السموم بعد عبورها البحر المتوسط.

هـ ـ رياح الفون: وهي تسمية تطلق في جبال الألب، وعلى الأخص في سويسرا، على الرياح الاتية من جنوب أوربا مجذوبة إلى انخفاض جوي على وسط هذه القارة.

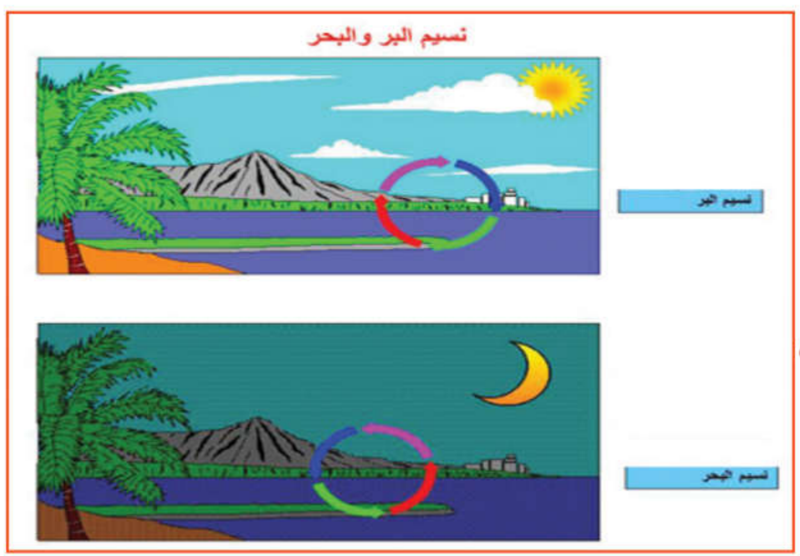
و ـ رياح الشينوك وهي تسمية تطلق على الرياح النازلة على السفوح الشرقية لجبال روكي في أمريكا الشمالية مجذوبة إلى انخفاض جوي على السهول الوسطى في هذه القارة إلى الشرق من جبال روكي.

**٢- مجموعة الرياح الباردة:** وتهب من مؤخرة الانخفاض الجوي، ومن أشهر أنواعها ما يأتي:

أ- رياح المسترال: وهي تسمية تطلق في وادي الرون بفرنسا على الرياح العنيفة التي تهب من داخل أوربا ومن المرتفعات المحيطة بهذا الوادي مجذوبة إلى انخفاض جوي على القسم الغربي من البحر المتوسط.

ب - رياح البورا: وهي تسمية تطلق في بحر الادرياتيك على الرياح العنيفة التي تهب من داخل أوربا ومن جبال الألب مجذوبة أيضاً إلى انخفاض جوي على القسم الشرقي من البحر المتوسط.

**ثانياً- الرياح الناشئة من تصاعد الهواء:** عندما تنشط حركة تصاعد الهواء فوق مكان ما من سطح الأرض يتكون عليه ضغط واطيء فتنجذب نحوه أهوية من الجهات المحيطة به لتحل محل هوائه المتصاعد، وتنشط حركة تصاعد الهواء لسببين، أحدهما عندما يسخن سطح بقعة من سطح الأرض أكثر من سطوح الأراضي المجاورة ويكون ذلك لسبب خاص به، كأن يكون لونه أسوداً مثلاً، فيتكون لمثل هذا السبب ما نعرفه باسم الفتلات، أما السبب الآخر لنشاط حركة تصاعد الهواء فهو مرور هواء بارد على سطح أرض حارة، ولمثل هذا السبب تتكون الرياح الترابية المعروفة في السودان بأسم (الهبوب)، فهي تتكون عندما يصل هواء كتلة باردة الى أرض السودان الحارة، وهناك الرياح اليومية منها نسيم البر والبحر ونسيم الجبل والوادي التي سبق لك التعرف عليها.




شكل رقم (٣٣)
نسيم البحر نهاراً ويحدث عكسه (نسيم البر) ليلاً

## العواصف الترابية Dust storms

ظاهرة العواصف الترابية من الظواهر الخطيرة التي تتعرض لها منطقة جنوب غرب آسيا وخاصة العراق، حيث اصبحت ظاهرة مألوفة في مناخ العراق، خاصة بعد تطورها في الربع الاخير من القرن المنصرم وتزداد يوماً بعد آخر.



كانت هذه الظاهرة في السابق تظهر في الحالات الاعتيادية خلال فصلي الصيف والخريف فقط وخاصة في شهري (آب وايلول) اذا كان فصل الصيف جافاً، اما الان فانها تظهر خلال كل الفصول سواء كان الفصل جافاً او ممطراً، بحيث اصبحت تمثل تهديداً لحياة السكان.

ان السبب الرئيسي للعواصف الترابية هو هبوب رياح الجنوبية الغربية من الصحراء الغربية في العراق، واحياناً تهب من مناطق ابعد كشمال شرق افريقيا الى الشرق.

### ما المقصود بالعواصف الترابية؟

عبارة عن ارتفاع الذرات الصغيرة من التربة، بسبب هبوب رياح شديدة فتحجب الشمس ويقل مدى الرؤية ففي بعض الاحيان تصعب الرؤية في مسافة (٥٠٠) متر، وتحمل الرياح الشديدة الاتربة الى مسافات تصل آلاف الكيلومترات نحو الشّرق[١].

### اسباب ظهور العواصف الترابية:

١- **الاسباب الطبيعية:** يمكن اعتبار الاسباب الطبيعية من اكثر الاسباب فاعلية، لانها ترتبط بسقوط اشعة الشمس وازدياد ساعات النهار وارتفاع درجات الحرارة وانحسار الغطاء النباتي، علاوة على ظاهرة الاحتباس

الحراري، مثل:

أ – لان الصحراء الغربية قريبة من مدار السرطان، فان اشعة الشمس تسقط عمودية او شبه عمودية على تربتها، فتزداد درجة حرارة التربة لدرجة تؤدي الى تفتتها، بحيث لا يمكنها الصمود امام الرياح العاتية.

ب – طول اليوم وصفاء الجو يساعدان على ارتفاع درجات الحرارة وزيادة نسبة التبخر، مما يؤدي الى جفاف التربة.

ج – قلة نسب تساقط الامطار تؤدي الى انحسار الغطاء النباتي، مما يمهد السبيل امام الرياح العاتية لتزيح القشرة الخفيفة السطحية للتربة، وتحمل معها الذرات الصغيرة.

٢ – الاسباب البشرية: الانسان له دور في استمرار هذه المشكلة البيئية الخطيرة، التي تهدد الحياة في المنطقة:

أ – في عقد الثمانينات من القرن المنصرم وبعد انتهاء الحرب (العراقية – الايرانية) اقام النظام العراقي السابق عدة مؤسسات عسكرية في عمق الهضبة الغربية، والذي كان له تثير كبير على تفتت التربة فيها.

ب – تجفيف الاهوار وقطع اعداد هائلة من اشجار النخيل في جنوب العراق بسبب متطلبات الحرب.

ج – مرور جحافل قوات التحالف خلال حربي (تحرير الكويت١٩٩١ واسقاط نظام صدام٢٠٠٣) بآلاتهم العسكرية واقامة معسكرات ومطارات عسكرية وهي عملية مستمرة لحد الان، مما ادى الى تفتت التربة في منطقة هبوب العواصف.

د – الرعي بصورة عشوائية من قبل الرعاة البدو بشكل يؤثر على الغطاء النباتي.

## مخاطر العواصف الترابية:

١ – تراكم الاتربة على اوراق الاشجار، مما يؤدي الى منع عملية (التركيب الضوئي) فينتج عن ذلك الذبول التدريجي للاشجار.

٢ – يؤثر سلباً على الوضع الصحي للمصابين بالربو والتهاب القصبات.



٣ – نشر الاوبئة [٢] بنقلها من المناطق الموبوءة الى المناطق الواقعة تحت تأثير العواصف.
٤ – تغيير التكوين الطبيعي للاراضي الخصبة الى اراضٍ بور.

---

(١) من خلال مراقبة العاصفة الترابية يوم(١٥-٣-٢٠٠٩) بواسطة الاقمار الصناعية لوكالة ناسا، وصلت تلك العاصفة بعد ان غطت العراق الى بحر قزوين.
(٢)بحسب مصادر منظمة الصحة العالمية فان العواصف الترابية في الصحراء الافريقية سنة ١٩٩٦ تسببت في اصابة ٢٥٠ الف شخص بسبب استنشاق البكتريا بمرض التهاب غشاء المخ (السحايا) توفي منهم (٢٥ الف) شخص.

## أسئلة الفصل الرابع

١- ما العوامل التي تؤثر في الضغط الجوي؟

٢- ما الفرق بين خرائط الضغط الخاصة بدراسة الطقس عن تلك الخاصة بدراسة المناخ؟

٣- ماذا يلاحظ على ترتيب خطوط الضغط المتساوي في خرائط الضغط؟ وما دلالة ذلك؟

٤- ما نطاق الضغوط العالية والواطئة على الكرة الارضية؟ وكيف تتغير بحسب الفصول؟

٥- ما الرياح العامة على الكرة الارضية؟ وما الجهات التي تهب منها وما اتجاهها؟

٦- ما الرياح الموسمية؟ وما أسباب هبوبها بصورة عامة؟

٧- ما أهم الرياح المحلية؟ وما مناطق هبوبها؟ وما طبيعة كل منها؟

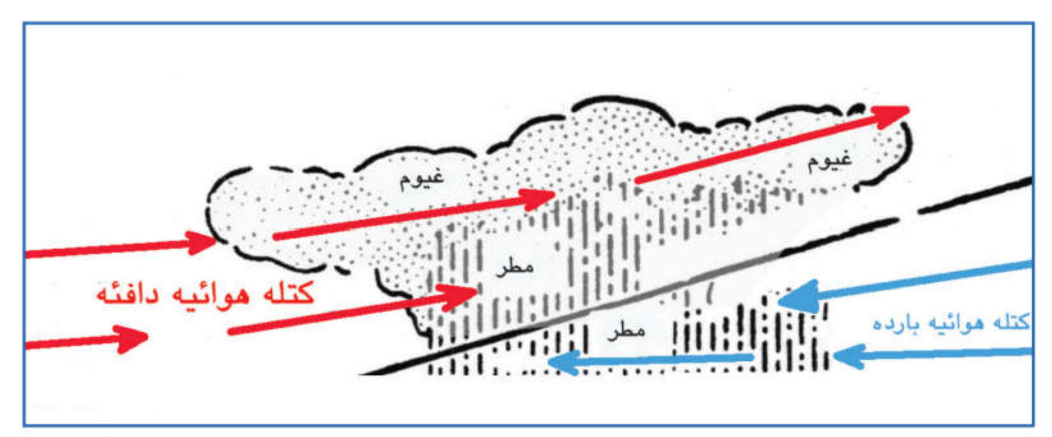
# الفصل الخامس

## الكتل الهوائية والأعاصير وأضداد الأعاصير

### الكتل الهوائية:

**الكتلة الهوائية مصطلح يطلق على حجم هائل من الهواء لمسافات شاسعة وله خواص أفقية متجانسة من حيث الحرارة والرطوبة،** وتتكون في الغالب الكتل الهوائية عندما يستقر هواؤها على سطح واسع من الماء أو من اليابس، يغلب عليه الاستواء شرط أن يبقى الهواء ساكناً وقتاً كافياً لكي يكتسب الخصائص الجوية للأقليم المستقر على سطحه، وتعرف الأماكن التي تتكون عليها الكتل الهوائية بأسم أماكن نشوء أو تكوين الكتل الهوائية.

وتتباين الكتل الهوائية فيما بينها من حيث درجة حرارتها ورطوبتها وذلك




شكل (٣٤) شكل تخطيطي يمثل التقاء كتلتين هوائيتين أحدهما باردة والأخرى دافئة

بسبب تباين المناطق التي تهب منها وهي على العموم تصنف في أربع مجموعات كما يأتي:

١- **مجموعة مدارية بحرية:** وتكون متقدمة من المحيطات من اتجاه دائرة خط الاستواء.

٢- **مجموعة مدارية قارية:** وتكون متقدمة من القارات من اتجاه دائرة خط الاستواء.

٣- **مجموعة قطبية بحرية:** وتكون متقدمة من المحيطات من اتجاه أحد القطبين.

٤- **مجموعة قطبية قارية:** وتكون متقدمة من القارات من اتجاه أحد القطبين.

## حركات الكتل الهوائية وآثارها:

تتحرك الكتل الهوائية من أماكنها الى أماكن أخرى، تحت تأثير حدوث أختلافات في مقادير الضغط الجوي على سطح الأرض، عندما تتحرك الكتل الهوائية تنقل معها خصائصها الجوية التي أكتسبتها في أقاليم نشوئها الى الاقاليم الأخرى التي تمر بها، فتسبب رفع درجات حرارتها أو خفضها كما تسبب زيادة رطوبتها أو نقصها، ولهذا تهتم بها كثيراً دوائر الأنواء الجوية، وتستطيع بمراقبة تحركاتها أن تتنبأ بالتغيرات الجوية التي يحتمل حدوثها في الاقاليم التي تتقدم نحوها.

## الاعاصير:

**تطلق تسمية (الاعاصير) اطلاقاً عاماً على كل جزء من الغلاف الغازي يكون ضغطه واطئاً نسبياً، وتطلق اطلاقاً خاصاً على الجزء الذي ينخفض انخفاضاً مفاجئاً ويترتب عليه حدوث اضطرابات جوية خلال فترة قصيرة لا تتجاوز بضعة أيام.**

ويتكون الاعصار في العروض الوسطى بمعناه الخاص ويسمى بالمنخفض الجوي عندما تلتقي كتلتان مختلفتان من الهواء، تكون أحداهما دافئة خفيفة بينما تكون الأخرى باردة ثقيلة، وفي محاولة كل منهما لأن تجتاز الأخرى، تبقى الباردة منها بسبب ثقلها ملازمة لسطح الأرض بينما تأخذ الدافئة بسبب خفتها في الصعود عليها، وبصعودها يتكون في الجو ضغط واطيء أو منخفض جوي، فتنجذب نحوه الأهوية من فوق سطوح الأقاليم المجاورة في شكل رياح تشتد سرعتها أحياناً الى مرتبة العواصف المدمرة، ويكون هبوب الرياح، نحوه دواراً في اتجاه معاكس لاتجاه حركة عقارب الساعة في نصف الأرض الشمالي ومع أتجاهها في النصف الجنوبي انظر الشكل رقم(٣٦) وتزاحم بعض من الرياح الهابة نحوه بعضها الآخر، ويصعد الدافيء الخفيف منها على البارد الثقيل، وبصعوده تأخذ درجات حرارته في الانخفاض، واذا كان الهواء الصاعد جافاً حاملاً للغبار فإنه ينشر في الجو غباره، أما اذا كان رطباً، فإن أبخرة المياه التي يحملها تأخذ في التكاثف فتتكون السحب ويسقط المطر، الا ان الهواء البارد الثقيل

لا يستسلم اثناء كل ذلك ويبقى ساكناً وانما يبذل طاقته في إزاحة الهواء الصاعد فوقه، وعندما ينجح في ذلك يكون قد قطع الاتصال بين الانخفاض الجوي في الجو وبين الهواء الدافيء المغذي له من سطح الأرض، وعندما يحدث ذلك يأخذ الاعصار في الضعف والتلاشي.

## أنواع الاعاصير:

الاعاصير أنواع، ويختلف الواحد منها عن الآخر في حجمه وفي قوته وفي درجة تأثيره كما يختلف أيضاً في مكان تكوينه، وبصفة عامة يمكن تقسيم الاعاصير الى ثلاثة انواع:

١- أعاصير تتكون غالباً فوق بحار العروض الوسطى، بين دائرتي عرض ٣٠- ٦٥ تقريباً وتشتهر بأسم منخفضات العروض الوسطى، وتتميز بالآتي:

أ- انها تتحرك في اتجاه الشرق مع الرياح الغربية.

ب- ان حركة أهويتها معتدلة السرعة.

جـ- انها اكبر أنواع الأعاصير حجماً، حيث تشغل مساحات هائلة، يصل قطر الواحدة منها أحياناً الى أكثر من ١٥٠٠ كيلو متر.

د- ان الآثار التي تترتب عليها تقتصر على حدوث تغير في درجات الحرارة وعلى تكوين السحب وسقوط المطر بمقادير معتدلة ومع البرق أحياناً والرعد.

٢- أعاصير تتكون فوق بحار المنطقة المدارية في جوانبها الغربية، وتعرف بأسم (التايفون) في آسيا وبأسم (الهاريكن) في أمريكا وتشتهر بها في شرق المحيط الهادي مياه الصين واليابان والفلبين ومجموعة الجزر الواقعة في شرق أستراليا وتشتهر بها في المحيط الهندي في خليج البنغال وبحر العرب ومياه جزر مدغشقر (ملاكاشي) وتشتهر بها في المحيط الأطلسي، البحر الكاريبي وخليج المكسيك وتتميز الاعاصير من هذا النوع بما يأتي:

أ- تتحرك باتجاه نحو الغرب بتأثير الرياح التجارية.

ب- تكون صغيرة الحجم نسبياً حيث يبلغ قطرها في المعدل نحو ١٥٠ كيلو متر.

جـ- تكون حركة رياحها عنيفة جداً.

د- يكون تأثيرها مخرباً، فهي تحرك أمواج البحر وتنقل منها كميات هائلة وتدفعها نحو الساحل المجاور، وتحدث عليها تدميراً واسع النطاق للسفن ولكثير من الابنية كما تسبب سقوط أمطار غزيرة جداً فتفيض الانهار وتكسر بعض جسورها وسدادها، كما تدمر مساحات من الأراضي العامرة.

٣- أعاصير تتكون فوق يابس العروض الوسطى، وتعرف بأسم (التورنادو)، ويشتهر بها حوض المسيسيبي في الولايات المتحدة الأمريكية وتتميز بالآتي:

أ- تتحرك في اتجاه الشرق.

ب- تكون أصغر أنواع الاعاصير حجماً، حيث لا يتجاوز قطر الواحد منها غالباً بضع عشرات من الامتار.

جـ- تكون حركة أهويتها أعنف منها في الأنواع الاخرى.

د- وتعتبر بالنسبة لحجمها أشد أنواع الأعاصير تخريباً.

وعندما يتكون التورنادو يبدو له خرطوم مفتوح متدلي الى سطح الأرض من سحب سوداء تسقط مطراً غزيراً، وتنجذب نحوه الاهوية بعنف من الجوانب ومن أسفله أيضاً، وتكون دوامة مرعبة من أهوية صاعدة بسرعة هائلة تقدر بنحو ٥٠٠ كيلو متر في الساعة ويدمر التورنادو في طريقه كل شيء، وينقل



شكل رقم (٣٥): لاحظ الخرطوم المتدلي الى سطح الأرض في التورنادو

معه الانسان والحيوان وأثاث المنازل ونحوها، ويلقي بما ينقله بعيداً على مسافة نحو بضع كيلو مترات، ومع ذلك، فمن حسن حظ الانسان:

١- أن حركة التورنادو بطيئة نسبياً، فهو يتحرك من الغرب الى الشرق بسرعة تتراوح مابين٣٥-٤٠ كيلو متراً.

٢- أن مسلكه ضيق لايتجاوز عادة نحو ٥٠٠ متراً.

٣- أن عمره قصير لايتجاوز ساعة واحدة ولهذا يستطيع الناس اذا اسرعوا، ان يبتعدوا عن طريقه، كما يستطيعون، بعد انتهائه، العثور على أشيائهم التي انتزعها وبعثرها.

## الاعاصير في منطقة البحر المتوسط[٤]:

تتعرض منطقة البحر المتوسط وامتدادها شرقاً نحو العراق والخليج العربي الى أعاصير تغزوها في فصل الشتاء، كما تغزوها أيضاً في فصلي الربيع والخريف لحد ما، وتكون من نوع الاعاصير كبيرة الحجم في العروض الوسطى، وتتكون غالباً على المحيط الأطلسي من التقاء كتلة من الهواء المداري الدافئ بكتلة أخرى من الهواء القطبي البارد، وبعد تكون الأعاصير يتصاعد الهواء المداري على الهواء القطبي، ويتحرك نحو الشرق ويؤثر على الاقاليم التي يمر بها بظاهرات جوية معينة، **ونحن في العراق نلاحظ عادة هذه الظاهرات بالترتيب الآتي:**

١- ارتفاع ملحوظ في درجة الحرارة يبدو مفاجئاً،ويصحبه انخفاض في الضغط الجوي.

٢- هبوب رياح دافئة من جهة الجنوب الشرقي أو الجنوب.

٣- ظهور سحب عالية رقيقة بيضاء وشفافة، لاتحجب قرص الشمس أو وجه القمر، وتتكون غالباً حولها هالة مستديرة في النهار أو في الليل.

٤- يتحول قناع السحب الشفاف تدريجياً الى غطاء كثيف من سحب طباقية داكنة تغطي وجه السماء، ويصاحبها سقوط مطر يبدأ رذاذاً خفيفاً ثم يشتد.

٥- يأخذ غطاء السحب الطباقية في الانقشاع كلياً أو جزئياً، ويتوقف تبعا لذلك سقوط المطر، أو يسقط خفيفاً ومتقطعاً.

٦- تبطؤ حركة الرياح، ويتحول اتجاهها من الجنوب والجنوب الشرقي الى الجنوب الغربي.

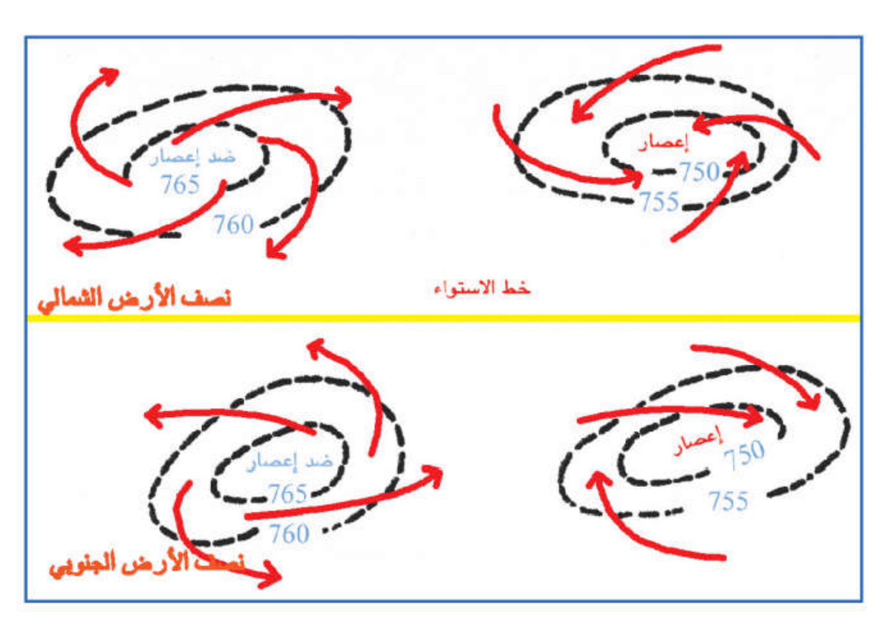
٧- يضطرب الجو فتزداد سرعة الرياح ويتغير هبوبها من الاتجاهات الجنوبية الدافئة الى الاتجاهات الشمالية الباردة، وتنخفض تبعاً لذلك درجات الحرارة،

كما يرتفع الضغط الجوي.

٨- يأخذ وجه السماء في التغطي بسحب ركامية تسقط مطراً في زخات عنيفة متقطعة، يرافقها غالباً برق ورعد، وبعد ذلك يبتعد الاعصار عن التأثير في جو العراق، فتأخذ السحب في التلاشي، ويتوقف سقوط المطر وتعود درجات الحرارة الى حالتها الطبيعية.

## أضداد الاعاصير:

**تطلق تسمية (ضد أعصار) اطلاقاً عاماً على كل جزء من الغلاف الغازي يكون ضغطه عالياً نسبياً قياساً الى المناطق التي تحيط به مباشرة،** ويستمر فترة قصيرة يكون الجو فيها مستقراً وتخرج من مناطق أضداد الأعاصير أهوية في شكل رياح نحو المناطق الأخرى التي يكون ضغطها واطئاً ويكون هبوبها دواراً في اتجاه حركة عقارب الساعة في النصف الشمالي من الكرة الارضية، وعلى عكس اتجاهها في النصف الجنوبي (انظر الشكل «٣٦») وتعوض عن الرياح الخارجة من أضداد الأعاصير أهوية أخرى تنزل عليها، ولما كان الهواء النازل يدفأ ذاتياً بسبب انضغاطه أو انكباسه فأن الجو في مناطقها يكون جافاً وصحواً مشمساً.




**شكل رقم ( ٣٦ ): يبين حركة الهواء في الاعاصير واضدادها في نصف الأرض الشمالي وفي نصفها الجنوبي.**

# تسونامي

المصطلح ياباني الاصل ومعناه (موجات السواحل)، وهي موجات تنتج عن انفجار البراكين والهزات الارضية في اعماق البحار والمحيطات، ويغلب حدوثها في المحيط الهادي(الباسفيك)، لانه يقع في حزام حركة البراكين والهزات.


امواج تسونامي

عند حوث الهزات او انفجار البراكين في اعماق المحيطات، فان مياه البحار ترتفع بقوة هائلة ومدمرة، فتنتشر موجات المياه بشكل دائري في موقع الحدث، وتجري بسرعة تبلغ (٨٠٠-٩٧٠ كلم) في الساعة، وبامكانها الاستمرار في التقدم لآلاف الكيلومترات حتى تبلغ السواحل.

تأثير موجات التسونامي قليل على الاعماق، فتأثيرها المدمر يقع على السواحل، ففي البداية تكون الموجات قليلة الارتفاع، لكن عندما تصل الى السواحل تتراجع ومن ثمَّ تشكل جداراً مائياً يصلُ ارتفاعه الة (١٦ - ٣٠) متراً وتتوجه الى السواحل مدمرة كل ما يقع في طريقها.

لقد قضت التسونامي عبر التأريخ على آلاف الاشخاص، خاصة على سواحل محيط الهادي سواء في شرقه او غربه، ففي عام ١٩٦٠ مثلاً ضربت هزة ارضية (شيلي) في جنوب المحيط الهادي والحقت اضراراً فادحة بسواحلها، وخلال (٢٠) ساعة فقط وصلت موجات التسونامي الى سواحل اليابان في الشرق، أي جانبي المحيط الهادي.

واذا اخذنا بعين الاعتبار مساحة هذا المحيط البالغة (٤٩,٩٪) من مساحة سطح الارض مع اليابسة التي تمثل مساحتها(٢٩,٣٪) من مساحة العالم،نجد

انها اكبر مساحة، وبذلك تتبين لنا قوة هذه الموجات.

الانهيارات الارضية تحت سطح المحيطات، حتى لو كانت في مساحات ضيقة فانها تتسبب في حدوث موجات ضخمة جداً، كما حدث في ١٦ تشرين الاول عام ١٩٧٩في سواحل تسني الفرنسية.

وبتأريخ ١٧ تموز ١٩٩٨ ضربت موجة تسونامي سواحل (ثاثوا - غينيا الجديدة) سببها زلزال بقوة (٧,٦) درجات حسب مقياس ريختر، فدمرت عدة قرى وكان عدد الضحايا البشرية (٨٠٠٠) شخص.

ضرب زلزال المحيط الهندي بتأريخ ٢٦-١٢-٢٠٠٤) بقوة (٩) درجات فتسببت في حدوث موجة تسونامي فراح ضحيتها(٣٠٠٠٠٠) شخص وتشرد ما يقارب المليون شخص، وكان ثلث الضحايا من الاطفال، وكان ارتفاع المياه خلال الموجة (١٥) متراً، على سواحل المحيط الهندي.

الدول التي تعرضت لتلك الموجة هي:(اندونيسيا، سريلانكا، الهند، وتايلاند) وذلك بسبب قربها من الصدع الارضي في تلك المنطقة.

زلزال هايتي ٢٠١٠

بلغت قوة زلزال هايتي (٧) درجات حسب مقياس ريختر، وكان مركزها يبعد نحو(١٧) كيلومتراً جنوب غرب العاصمة (بورتو برنس) بتاريخ ٢٦-١-٢٠١٠ في عمق ١٠كم استمر الزلزال لمدة تزيد عن الدقيقة مخلفاً دماراً هائلاً، وكان عدد القتلى يقارب (١٠٠٠٠٠) قتيل كما اصبح الآلاف في عداد المفقودين، وكان من بين الضحايا مواطنون من جنسيات مختلفة من(البرازيل، الارجنتين، تشاد، الاردن، الفلبين، كندا، والولايات المتحدة). ان هذه الظاهرة الطبيعية في تنامٍ مستمر، وتمثل خطراً كبيراً يهدد دول سواحل المحيط الهادي، حيث قضت على مئات الآلاف من البشر ودمرت عدة حواضر، وغمرت العديد من الجزر بالمياه.

## اسئله الفصل الخامس

١- ما الكتل الهوائية؟ وكيف تختلف بعضها عن بعض؟
٢- ما أثر الكتل الهوائية في الجهات التي تمر عليها؟
٣- ما الاعاصير؟ وما آثارها على أحوال الجو؟
٤- أذكر اهم الأعاصير وصفات كل منها والجهات التي تتعرض لها؟
٥- كيف تؤثر اعاصير البحر المتوسط في جو العراق؟
٦- ما أضداد الأعاصير؟ وما أثرها في أحوال الطقس؟



الاعصار

# الفصل السادس

## الرطوبة والتكاثف

**الرطوبة تسمية عامة تطلق على بخار الماء الموجود بالجو، ومن الرطوبة ما يسمى بالرطوبة المطلقة وما يسمى بالرطوبة النسبية.**

### الرطوبة المطلقة:

يقصد بالرطوبة المطلقة مقدار وزن الماء الموجود فعلاً في الهواء في درجة حرارة معينة وتقاس بوزن ما يوجد من بخار الماء مقدراً بالغرامات في المتر المكعب من الهواء.

### الرطوبة النسبية:

هي النسبة المئوية لمقدار وزن بخار الماء الموجود فعلاً في الهواء في درجة حرارة معينة (أي الرطوبة المطلقة) الى المقدار الكلي الذي يمكن لنفس الهواء ان يحمله في نفس درجة الحرارة حتى يكون في حالة تشبع، فمثلاً اذا كان مقدار تشبع هواء بغداد في درجة حرارة مقدارها ٢٥ْ مئوية يبلغ ٥ غرامات، وكان مقدار رطوبته المطلقة في نفس درجة الحرارة يبلغ غرامين، فإن رطوبته النسبية ٤٠٪ واذا كان المقدار (٣) غرامات، كانت الرطوبة النسبية ٦٠٪ واذا كان المقدار (٥) غرامات، كانت الرطوبة النسبية١٠٠ وكان الهواء عندئذ في حالة تشبع.

### العوامل التي تؤثر في الرطوبة

١- تغيرات درجات الحرارة:

أ- كقاعدة عامة تزداد قابلية الهواء بصفة عامة على حمل بخار الماء مع ارتفاع درجة حرارته وتقل مع انخفاضها.

ب- يزداد مقدار الرطوبة المطلقة في هواء ما إذا انخفضت درجة حرارته، لأن هذا الانخفاض يسبب نقصاً في حجم الهواء، بينما يبقى وزن الماء فيه ثابتاً، وعلى العكس ينقص مقدارها اذا ارتفعت درجة الحرارة، لأن هذا الارتفاع يؤدي الى زيادة حجم الهواء بينما يبقى وزن بخار الماء ثابتاً.

جـ- وبالمثل، يزداد مقدار الرطوبة النسبية في الهواء اذا انخفضت درجة

حرارته، بينما يقل المقدار اذا زادت درجة الحرارة، ولهذا يسير الهواء الصاعد من سطح الأرض الحار نحو التشبع تدريجياً حتى يتكاثف سحباً في طبقة جوية عالية باردة.

### ٢- غزو هواء أرطب أو أجف:

أ- يزداد مقدار الرطوبة المطلقة في هواء مكان ما، اذا غزاه واختلط به هواء أرطب منه، بينما يقل المقدار اذا كان الهواء القادم أجف.

ب- وبالمثل يزداد مقدار الرطوبة النسبية في هواء مكان ما إذا غزاه واختلط به هواء أرطب منه، بينما يقل المقدار اذا كان الهواء القادم أجف.

### التبخر والعوامل المؤثرة فيه:

**التبخر هو تحول الماء الى بخار، ويحدث على سطوح المياه وعلى كل سطح آخر مبلل بالماء، أما اهم العوامل المؤثرة في التبخر فهي:**

١- مقدار رطوبة الهواء النسبية، فأن كانت مرتفعة قل التبخر، والعكس بالعكس.

٢- درجة حرارة الهواء حيث ينشط التبخر مع ارتفاع درجة الحرارة.

٣- حركة الهواء،فكلما ازادت حركته ازداد معها التبخر،حيث تنقل حركة الهواء الأجزاء الملامسة للسطوح المائية والتي ازدادت رطوبتها بعيداً، وتأتي بهواء جديد أقل رطوبة، وبذلك ينشط التبخر كلما عظمت سرعة الرياح.



شكل رقم ( ٣٧ )التبخر

## التكاثف وأسبابه وصوره:

التكاثف عكس التبخر، فمعناه تحول بخار الماء من حالته الغازية غير المرئية الى حالة أخرى مرئية، قد تكون في شكل سائل كالمطر أو في شكل جامد كالثلج.

يحدث التكاثف بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء المحتوي على قدر من بخار الماء الى مادون نقطة نداه، أي الى ما دون درجة الحرارة التي عندها يكون قد تشبع ببخار الماء وبعبارة أخرى الى مادون درجة الحرارة التي عندها تكون رطوبته النسبية ١٠٠٪ فكما سبقت الاشارة يزداد مقدار الرطوبة النسبية في الهواء مع انخفاض درجة حرارته، واذا استمر الانخفاض وأصبح مقدار الرطوبة ١٠٠٪ فيقال عندئذ أن الهواء متشبع ببخار الماء، كما يقال لدرجة الحرارة التي حدث عندها التشبع بدرجة نقطة الندى واذا تعرضت درجة الحرارة بعد ذلك للانخفاض فأن قسماً من بخار الماء يتكاثف.

أما صور تكاثف بخار الماء فعديدة فقد يتكاثف في شكل ماء كالسحب والندى والمطر اذا حدث في درجة حرارة فوق الصفر المئوي.

أما اذا حدث التكاثف في درجة الصفر المئوي أو فيما دونها فانه يكون في شكل جامد كالثلج والصقيع.

### ١- السحب أو الغيوم:

هي قطرات ماء صغيرة جداً أو بلورات ثلج عالقة في طبقة من الهواء عالية عن سطح الأرض، وتتكون عندما يبرد هواء صاعد الى مادون نقطة نداه، أي الى مادون درجة الحرارة التي يحدث تشبعه عندها، وتختلف السحب كثيرا فيما بينها، وهي بصورة عامة على النحو الآتي:

١- تكون السحب الشفافة المنيرة عالية، كما تكون مكونة من بلورات ثلج، وتعرف بين العرب بأسم السمحاق أو القزع.

٢- تكون أنواع السحب الأخرى أقل علواً، كما تكون مكونة من قطرات ندى.

٣- تطلق تسمية السحب التراكمية على السحب التي تبدو على شكل قباب أو تلال أو جبال، متصلة الأجزاء أو منفصلة.

٤- تطلق على السحب التراكمية التي تبدو في شكل أقاليم جبلية قاتمة أو سوداء



شكل رقم (٣٨) السحب

تغطي وجه السماء تسمية سحب التراكم المزني، وتتميز بأنها تكون أغرز أنواع السحب مطراً وأكثرها برقاً ورعداً.

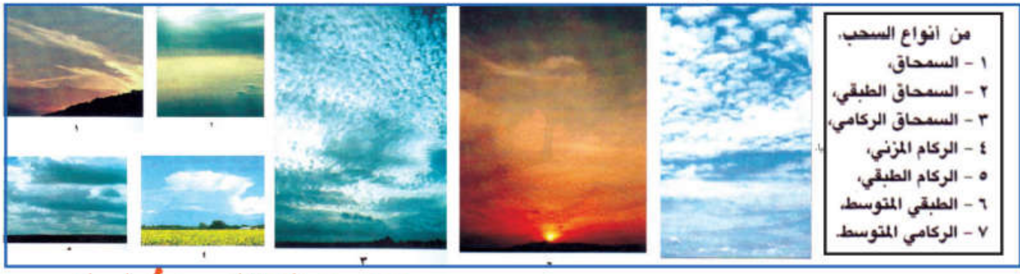
٥- تطلق على السحب التي تبدو في شكل طبقة متجانسة تغطي وجه السماء تسمى السحب الطباقية، واذا أمطرت يكون مطرها رذاذاً ويستمر في الغالب وقتاً طويلاً.

**اما اهم العوامل التي تؤثر في السحب فتجعلها تتلاشى من السماء فهي:**

أ- اذا حركتها الرياح، والتيارات الهوائية من اماكنها.

ب- اذا اسقطت مكوناتها من المطر او الثلج.

جـ- اذا ارتفعت درجة حرارتها - لسبب أو لآخر- الى الدرجة التي تعيد مكوناتها من المطر أو الثلج الى بخار.




شكل رقم (٣٩): يبين أنواع السحب

### ٢- الضباب:


شكل رقم (٤٠) الضباب

قطرات ماء صغيرة جداً عالقة في طبقة الهواء الملامس لسطح الأرض الى ارتفاع يبلغ نحو ١٥٠- ٢٥٠ متراً، وعندما يتكون الضباب تصبح رؤية الأشياء خلاله ضعيفة، وقد لاترى الأشياء على مسافة بضعة أمتار قليلة اذا كان كثيفاً، ويحتمل حدوث الضباب في العراق أثناء الليل أو في الصباح المبكر في فصل الشتاء، أو في بعض الأيام الأولى من فصل الربيع، وعلى الاخص اذا سقط مطر غزير وتلاه يوم تكون سماء نهاره وليله صافية، كما يكون هواؤه ساكناً، لأن صفاء السماء في النهار يعطي لاشعة الشمس كامل قدرتها على تبخير الماء، ولأن صفاء السماء في الليل يزيد في سرعة فقد الحرارة بالاشعاع من سطح الأرض ومن الهواء الملامس له، فتنخفض درجة الحرارة تبعاً لذلك الى مادون نقطة الندى ويحدث التكاثف، ولأن حركة الهواء الخفيفة تخلط الهواء فتنشر التكاثف في طبقة الهواء.

### ٣- الندى:

قطرات ماء ترى في الصباح على سطوح بعض الاجسام الصلبة المكشوفة للجو أثناء الليل كأوراق النباتات وسطوح الحجارة وسطوح السيارات وغيرها، ويتكون الندى أثناء الليل الخالي من الغيوم نسبياً، ويشترط لتكوينه أمران أحدهما أن تنخفض درجة حرارة تلك السطوح المكشوفة الى مادون نقطة ندى الهواء الملامس لها، أما الشرط الآخر فهو ان تكون درجة حرارة تلك السطوح فوق الصفر المئوي، فإذا لامس هواء رطب ساكن أمثال تلك السطوح انخفضت درجة حرارته بنتيجة الملامسة الى دون نقطة نداه وتكاثف بعض بخار الماء فيه الى قطرات ندى.

## ٤- الصقيع:

تطلق تسمية الصقيع على الانخفاض السريع لدرجات الحرارة الى الصفر المئوي أو مادونه، كما تطلق أيضاً على الرطوبة المتجمدة بلورات ثلج تبدو في شكل حبيبات بيضاء على سطوح الأجسام الصلبة للجو أثناء الليل، ويتكون الصقيع أثناء الليل، ويشترط لتكونه أمران، احدهما ان تنخفض درجة حرارة تلك السطوح المكشوفة الى مادون نقطة ندى الهواء الملامس له، أما الشرط الآخر فهو ان تكون درجة حرارة السطوح تحت الصفر المئوي، فإذا لامس هواء ساخن يحتوي على قدر من بخار ماء أمثال تلك السطوح انخفضت درجة حرارته الى مادون الصفر المئوي وتكاثف بعض بخاره مباشرة الى بلورات ثلج، دون أن يمر بمرحلة الندى، والصقيع خطر جداً على حياة النبات اذ يؤدي الى تجمد السوائل التي توجد في انسجتها مما يترتب عليه تمزق تلك الانسجة.

## ٥- المطر:

قطرات ماء تنزل من الغيوم الى سطح الارض، واذا كانت القطرات صغيرة سمي المطر (رذاذاً) أما اذا كانت كبيرة فتسمى (وابلاً) وينبغي لكي يسقط المطر:



شكل رقم (٤١) المطر

١- ان يكون بخار الماء في الغيمة قد تحول كله أو معظمه الى ماء، وذلك لكي تتجمع جزيئات الماء الى قطرات ماء.

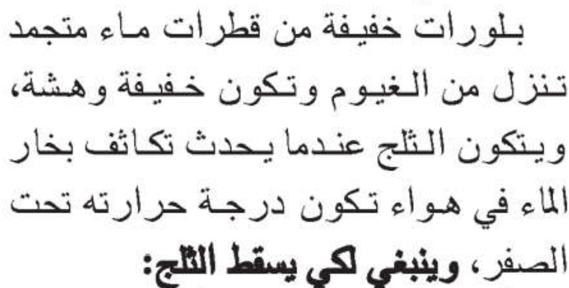
٢- ان يكون وزن قطرة الماء اثقل من وزن الهواء الحامل لها.

٣- ألا تكون درجة حرارة الهواء تحت الغيمة عالية بدرجة تحول قطرات المطر الساقطة الى بخار.

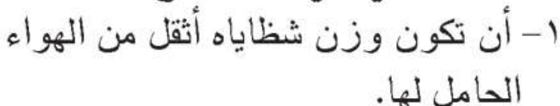
## ٦- الثلج:



شكل رقم (٤٢) الثلج



بلورات خفيفة من قطرات ماء متجمد تنزل من الغيوم وتكون خفيفة وهشة، ويتكون الثلج عندما يحدث تكاثف بخار الماء في هواء تكون درجة حرارته تحت الصفر، **وينبغي لكي يسقط الثلج:**



١- أن تكون وزن شظاياه أثقل من الهواء الحامل لها.

٢- ألا تكون درجة حرارة الهواء تحت الغيمة عالية بدرجة تذيب الشظايا وتحولها الى قطرات مطر، وعندما يتراكم الثلج على الأجسام ويتماسك ويتصلب يطلق عليه تسمية أخرى هي الجليد.

## ٧- البَرَد (الحالوب):

حبات كروية الشكل من ماء متجمد، ويتكون البَرَد عندما تتعرض قطرات المطر الى تيار هواء صاعد يرتفع بها الى طبقة من الهواء تكون درجة حرارتها تحت الصفر المئوي فتتجمد، واذا ضعف التيار الصاعد أو توقف عن الصعود سقطت القطرات المتجمدة نحو الارض برداً، وعند نزول حبة البرد يتكون حولها غلاف من الماء، ينتج عن تكاثف بعض من بخار الماء في الهواء الذي مرت خلاله، فإذا حدث قبل وصولها الى الأرض ان نشط التيار الصاعد وارتفع بها الى طبقة التجمد، فأن حجمها يكبر، كما يكبر وزنها أيضاً، وذلك بسبب تجمد غلاف الماء المحيط بها، واذا تكررت عملية سقوط حبة البرد وصعودها عدة مرات كبر حجمها كثيراً، وتسقط في النهاية عندما يضعف التيار أو يصبح عاجزاً عن حملها، واذا صاحب نزول البرد هبوب رياح قوية فإنه يؤدي الى أضرار جسيمة في الممتلكات والمزروعات.

## أسئلة الفصل السادس

١- مامعنى الرطوبة النسبية؟ وما العوامل التي تؤثر فيها؟
٢- ما التبخر؟ وما العوامل التي تؤثر فيه؟
٣- متى يحصل تكاثف بخار الماء في الهواء؟ وما علاقة ذلك بدرجة الحرارة؟
٤- ماصور التكاثف في الطبيعة؟ وما علاقتها بدرجة الحرارة؟
٥- ما السحب أو الغيوم؟ وما أهم أنواعها؟
٦- ما الفرق بين الغيوم والضباب من حيث طبيعتها وطريقة تكوينها؟
٧- كيف يتكون الندى؟ وما الشروط الضرورية لذلك؟
٨- لماذا يكون من الخطأ القول بأن الصقيع قطرات ندى متجمدة؟
٩- كيف يتكون الثلج؟ وما الظروف التي تساعد على سقوطه الى سطح الأرض؟
١٠- علل ما يأتي:
أ- يزداد احتمال تكون الثلج عندما تقل الرطوبة النسبية للرياح الهابةعلى الجهات الباردة يزداد احتمال تكون المطر بازدياد الرطوبة النسبية لتلك الرياح.
ب- يقتصر تكون البرد عندنا في العراق على فصل الربيع عادة.
جـ- خلو السماء من الغيوم ليلاً يساعد على تكون الندى أو الصقيع.
د- علاقة شدة التيارات الهوائية الصاعدة بكبر حجم البرد الساقط على سطح الأرض.
هـ- يشترط سكون الهواء ليلاً لتكون الضباب والندى والصقيع.

# الفصل السابع

## التساقط

**التساقط معناه سقوط مكونات السحب الى سطح الارض،** وهو بهذا المعنى يشمل المطر والثلج والبَرَد، ويحدث نتيجة التبريد الذاتي للهواء الصاعد وانخفاض درجة حرارته الى مادون درجة الندى، ومن أنواع التساقط المطر، والرذاذ والثلج والجليد والبرد.

### قياس التساقط:

يقاس التساقط بواسطة أجهزة خاصة للمطر وللثلج والبَرَد، فيقاس المطر بواسطة جهاز، تتكون أبسط أنواعه من اناء من الزجاج اسطواني الشكل وينقسم من أسفله الى أعلاه بواسطة خطوط جانبية الى سنتيمترات ومليمترات، وفي أسفل فوهته قمع ينفذ منه ماء المطر، ولمعرفة مقدار المطر الساقط في فترة معينة ينظر الى الخط الذي يشير اليه سطح ماء المطر المتجمع في الاناء، فاذا كان السطح عند خط خمسة سنتيمترات مثلاً كان مقدار المطر الساقط في نفس الفترة خمسة سنتيمترات، ويمكن قياس مقدار مايسقط من الثلج أو البرد في فترة معينة بواسطة إناء من المعدن مفتوح الفوهة، ويقاس ذائب ما يتجمع فيه من الثلج أو البرد بوضعه في إناء آخر من الزجاج مقسم الى سنتيمترات ومليمترات، واذا كانت مساحة قاعدة الاناء الزجاجي- تساوي مساحة قاعدة الاناء المعدني كان مايشير الى سطح الماء من السنتيمترات والمليمترات يساوي مثلاً مقدار ماسقط من الثلج أو البَرَد، ويقاس مقدار التساقط عادة بجمع نتائج قياسات المطر والثلج والبَرَد الساقط على تلك المدينة أو محطة الارصاد الجوية المعينة لمدة سنة ليعطي المجموع السنوي للأمطار،



شكل رقم (٤٣)
جهاز قياس المطر

ولاستخراج المعدل تجمع فترات تختلف طولاً بحسب طبيعة وظروف التساقط فيها، فقد تكفي أحياناً نتائج التساقط لخمس سنوات لاستخراج المعدلات السنوية والفصلية، بينما نحتاج الى نتائج قياسات التساقط لأكثر من عشر سنوات في مناطق أخرى عندما يكون التساقط فيها كثير التذبذب بين سنة وأخرى.

## أنواع التساقط:

**يوجد من التساقط ثلاثة أنواع:**

### ١- تساقط تصاعدي:

يحدث التساقط التصاعدي عندما يسخن جزء من سطح الأرض بتأثير أشعة الشمس، ويؤدي هذا التسخين الى حدوث تصاعد سريع للهواء الرطب الملامس له، فيبرد بصعوده ذاتياً، فاذا انخفضت درجة حرارته الى مادون نقطة نداه، تكاثفت أبخرته سحباً تراكمية مزنية مطيرة، وهو بهذا الوصف يتميز بالآتي:

أ- يحدث في الأقاليم الحارة.

ب- يحدث في فصل الحرارة.

جـ- يحدث على سطح اليابس في النهار.

د- يحدث في أقاليم السهول.

هـ- يكون سقوطه في شكل زخات عنيفة، ويصاحبه غالباً برق ورعد.

### ٢- تساقط تضاريسي:

يحدث التساقط التضاريسي عندما يصعد هواء رطب متحرك في شكل رياح على سفح أرض مرتفعة تعترض طريقه، فيبرد بصعوده ذاتياً، وعندما تنخفض درجة حرارته الى مادون نقطة نداه تتكاثف رطوبته سحباً، وتكون السحب غالباً طبقية، إلا على القمم فأنها تكون تراكمية وعلى الأخص إذا كانت حركة الهواء الصاعد سريعة، ويكون التساقط من السحب الطبقية رذاذاً خفيفاً، أما من السحب التراكمية فيكون وابلاً مصحوباً ببرق ورعد، ويكون مقدار التساقط على السفوح المواجهة لهبوب الرياح أغزر عادة منه على السفوح الخلفية.

٣- تساقط إعصاري:

يحدث هذا النوع من التساقط عندما تتكون الأعاصير بصعود هواء رطب دافيء على هواء بارد أي في مناطق (الجبهات) (*) الهوائية، فيبرد بصعوده ذاتياً وعندما تنخفض درجة حرارته الى مادون نقطة نداه، تتكاثف أبخرته سحباً، ويكون على النحو الآتي:

أ- يكون في أعاصير الهاريكين أو التايفون كما يكون في التورنادو أيضاً، وابلاً غزيراً من سحب تراكمية ومصحوباً ببرق ورعد.
ب- في أعاصير العروض الوسطى والبحر المتوسط، يبدأ رذاذاً من سحب طبقية ويستمر وقتاً طويلاً، ثم يتحول الى وابل من سحب تراكمية ومصحوب غالباً ببرق ورعد.

## توزيع التساقط:

يختلف التساقط على أقاليم سطح الأرض من ناحية حدوثه، كما يختلفأيضاً من ناحية مقاديره.

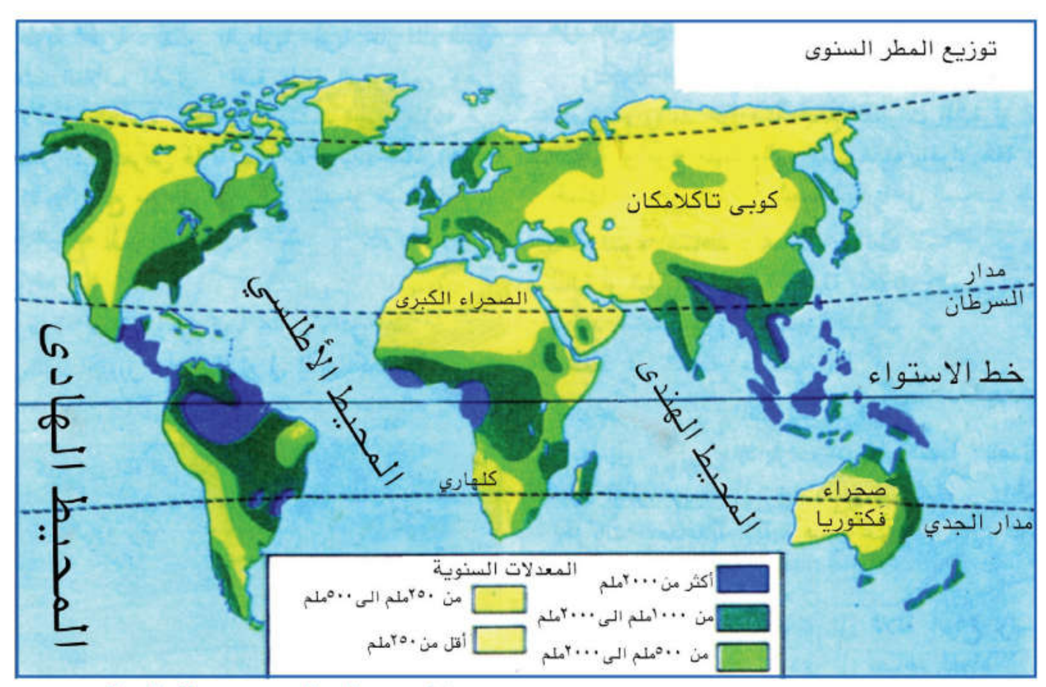
أولاً- بأعتبار أوقات حدوثه:

### ١- يكون على مدار السنة في:

أ- الاقاليم الاستوائية.
ب- السواحل الشرقية من القارات التي تهب عليها الرياح التجارية بصورة دائمية.
جـ- أقاليم العروض الوسطى التي تهب عليها الرياح الغربية بصورة دائمية.

### ٢- يكون في فصل الصيف في:

أ- الأقاليم التي تهب عليها الرياح الموسمية المطيرة في فصل الصيف.
ب- الأقاليم المدارية شبه الاستوائية وأقاليم السفانا، وهي التي تقع بين الأقاليم الاستوائية نطاقي الضغط العالي شبه المداري الشمالي والجنوبي.
جـ- العروض العليا الباردة والتي تتحول اليها أعاصير العروض الوسطى.




**شكل رقم (٤٤): توزيع المطر السنوي**

٣- يكون في فصل الشتاء في أقاليم البحر المتوسط والاقاليم الأخرى المشابهة له، وهي التي تهب عليها الرياح الغربية وتغزوها الأعاصير في هذا الفصل فقط.

### ثانياً- بأعتبار مقادير المطر:

١- يكون غزيراً في الاقاليم الاستوائية.

٢- يكون أغزر مايكون على سفوح المرتفعات الساحلية التي تهب عليها رياح رطبة قادمة من المحيطات، وعلى الأخص الاقاليم المدارية.

٣- يكون أقل ما يكون في:

أ- مناطق الضغوط المرتفعة، وذلك لأن الحركة السائدة لأهويتها تكون نازلة.

ب- في الأقاليم الباردة، وذلك بسبب ضآلة مقادير الرطوبة في اهويتها.

جـ- في الأقاليم الداخلية الغربية من القارات التي تهب عليها الرياح التجارية الجافة لأن اتجاهها من اليابس الى الماء.

د- في الأقاليم الداخلية الشرقية من القارات التي تهب عليها الرياح الغربية ( العكسية) لنفس السبب أعلاه.

هـ- في الأقاليم التي تقع وراء المرتفعات حيث تكون حركة الهواء عليها نازلة.

## الأقاليم المناخية العامة:

### تقسيم العالم الى أقاليم مناخية:

كان الاغريق القدماء، على مايبدو أول من حاول تقسيم سطح الأرض الى أقاليم مناخية، وقد قسموا كلاً من نصفي الأرض الى ثلاثة أقسام على النحو الآتي:

١- قسم حار دائماً، يقع حول دائرة خط الاستواء وبين المدارين.

٢- قسم بارد دائماً، ويقع بين الدائرة القطبية والقطب.

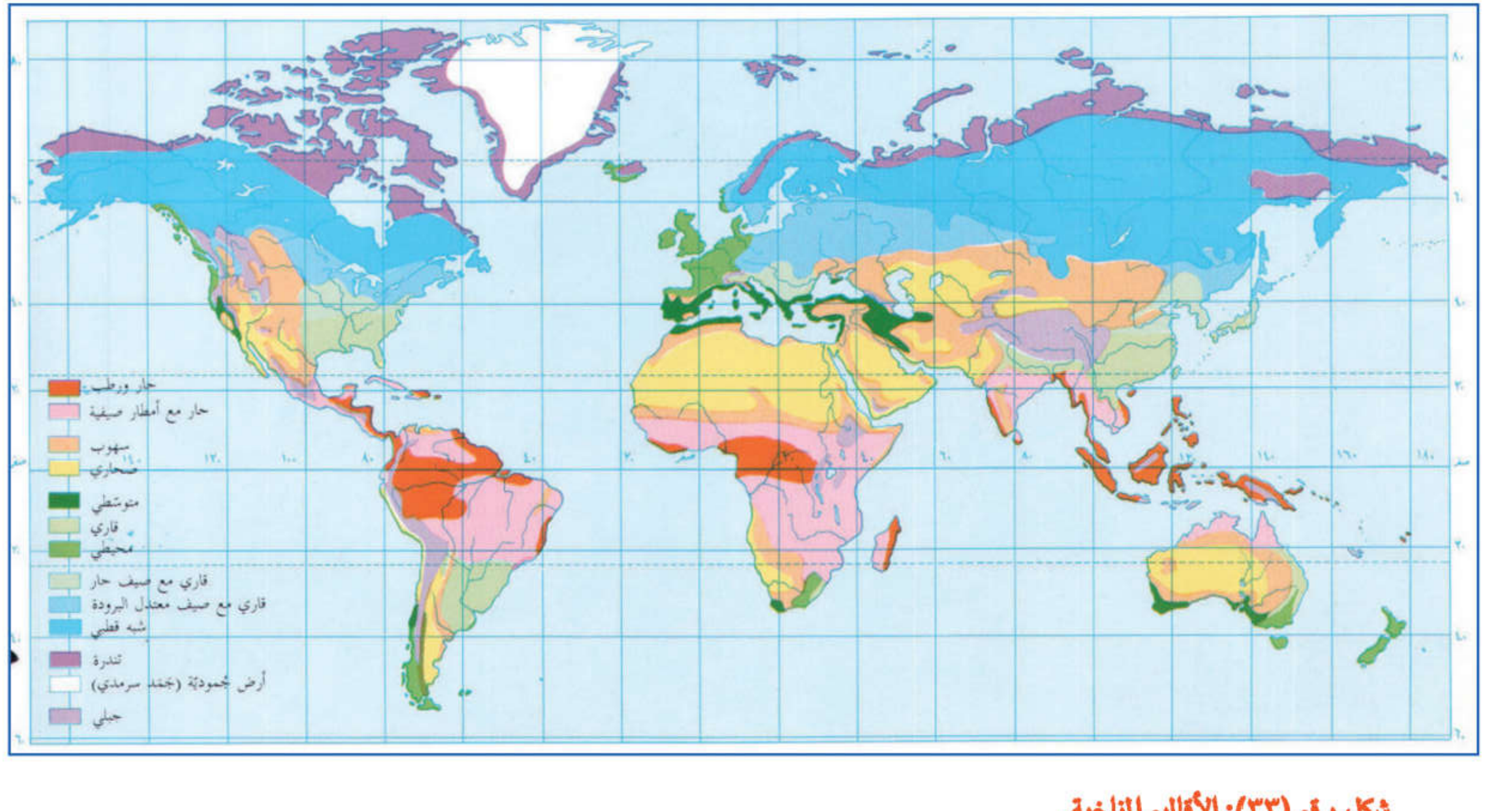
٣- قسم معتدل، يجمع بين الحرارة والبرودة، ويقع بين القسمين المتطرفين في الحرارة وفي البرودة، أي بين أحد المدارين والدائرة القطبية.

**وهذا التقسيم غير مقبول لأسباب عديدة،** منها أنه عام، ومنها انه راعى الحرارة وحدها وأهمل المطر، ومنها أيضاً أنه اتخذ بعض دوائر العرض حدوداً للفصل بين المناطق الحرارية، ومع ذلك فقد بقي هذا التقسيم مشهوراً ومستعملاً قروناً عديدة، ثم بدأت تظهر في القرن التاسع عشر محاولات لوضع تقاسيم أخرى للمناخ، وبذلت في كثير منها جهوداً لتلافي نواحي النقص التي ظهرت في التقاسيم السابقة، ومن أشهر التقاسيم وأكثرها قبولاً بين الجغرافيين في الوقت الحاضر التقسيم الذي وضعه (فلاديمير كوبن) العالم الالماني الذي عاش خلال الفترة من ١٨٤٦ الى ١٩٤٠، وقد اعتمد "كوبن" في تقسيمه الأقاليم المناخية عاملي **الحرارة والمطر** معاً مستخدماً في تقديره المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية، وقد قسم سطح الأرض الى خمسة أنواع مناخية كبرى، يضم كل نوع منها أقاليم مناخية فرعية على النحو الآتي:

١- **المناخ الحار الرطب** ويشمل الأقاليم التي لا تقل متوسطات درجات أبرد الشهور فيها عن (١٨°) مئوية، والتي يكفي المطر الساقط فيها لنمو حياة نباتية شجرية.

٢- **المناخ الجاف:** ويشمل الاقاليم التي تكفي درجات حرارتها لنمو حياة نباتية شجرية، الا ان أمطارها لا تكفي إلا لنمو الأعشاب والنباتات الصحراوية الشوكية.

٣- **المناخ المعتدل الرطب:** ويشمل الاقاليم التي لايزيد فيها متوسط درجات




شكل رقم (٣٣): الأقاليم المناخية.

حرارة أبـرد الشهور عن (١٨ْ) مئوية، ولايقل عن (– ٣ْ) مئوية وتسقط فيها أمـطـار تـكـفي لـنـمـو حـيـاة نـبـاتـيـة شـجـريـة وشـجـيـرات الـبـحر المـتـوسط والاشجار النفضية.

٤– **المناخ البارد الرطب:** ويشمل الاقـاليم التي يـزيد فيـها متـوسط حرارة أحر الشهور عن (١٠ْ) مـئوية والتي يقل متوسط درجات حرارة أبردها عن (–٣ْ) مئـوية، وتسـقط فيهـا أمطار تـكفي لـنمو حيـاة نباتـية شجـرية (ألاشجار الصنوبرية).

٥– **المناخ القطبي:** ويـشمل الأقاليم التي يكون فـيها متوسط درجات حرارة أحر الشـهور أقل من (١٠ْ) مـئويـة وهو بـاعـتبار درجـات الحرارة الـتي لاتصلح لنمو الحياة النباتية الشجرية.

## أسئلة الفصل السابع

١– كيف تقاس مقادير التساقط؟

٢– ما انواع التساقط؟ وأين يحدث كل نوع؟ وما العوامل المؤثرة في ذلك؟

٣– كيف تختلف جهات الأرض من حيث مواسم الامطار وكميتها عليها؟

٤– بماذا يتمـيز تقسيم (كوبن) للأقالـيم المناخية؟ وما هي الأقالـيم المناخية الكبرى التي قسم العالم بموجبها؟

٥– علل ما يأتي:

أ– عدم الاعتماد على آراء الاغريق في تقسيم المناخ.

ب– وجود منطقة ظل المطر في القسم المعاكس من الجبال لاتجاه الريح.

جـ– قلة الأمطار في مناطق الضغوط العالية.

# الفصل الثامن

## الغلاف المائي

لاتتركب القشرة الارضية من اليابس أو القارات فقط، بل تقع فوقها كذلك مساحات واسعة من المياه، يطلق عليها تعبير (الغلاف المائي)، ويقصد بالغلاف المائي (Hydrosphere) جميع المحيطات والبحار وجميع المسطحات المائية الأخرى التي توجد على سطح الغلاف الصخري (Lithosphere) وذلك تمييزاً له عن الغلاف الغازي (Atmosphere) الذي يحيط بالكرة الارضية ويغلب الماء على أكثر من (٧٠٪) من سطح الكرة الارضية، وتشمل المسطحات البحرية والمحيطية أكثر من (٩٧٪) بالمائة من جملة المسطحات المائية التي تتمثل فوق سطح الكرة الارضية، ومن المعلوم أن المياه تظهر بأشكال مختلفة، فقد تظهر على شكل كتلة جليدية صلبة متماسكة أو مياه سائلة أو كتل غازية خفيفة، كما تعتبر المياه من العناصر الطبيعية المحدودة على سطح الأرض والتي تبقى كسائل تحت درجات الحرارة المنخفضة وتتجمد عند الصفر المئوي.

تفوق المياه معظم العناصر الطبيعية الاخرى في أنها تمتص مقداراً كبيراً من الحرارة، كما أن من خصائصها الطبيعية كذلك انها تسخن ببطء وتفقد حرارتها ببطء، ومن ثم فان المياه يمكن أن تحتفظ بالحرارة لفترة أطول من أحتفاظ الصخور بها، وينجم عن ذلك، كما بيَّنا سابقاً، أن المدى الحراري اليومي والفصلي للمسطحات المائية أقل بكثير من ذلك الذي يتمثل فوق اليابس المجاور في نفس دوائر العرض، وتختلف أشكال الغلاف المائي على جهات الارض، فقد تكون مياهاً عذبة سطحية كالأنهار والبحيرات أو مياه مالحة كالبحار والمحيطات، وقد تكون على شكل مياه جوفية تظهر بين الحين والآخر الى سطح التربة كالعيون والآبار الارتوازية أو تبقى في الاعماق فيحفر الانسان الآبار للحصول عليها، **وسنتكلم فيما يأتي عن كل منها بشيء من التفصيل.**

### ١- مياه الأمطار:

تسقط الأمطار على سطح الأرض في مواسم وبكميات مختلفة حسبما مر بنا في فصول سابقة من هذا الكتاب، وتساهم مياه الأمطار في تكوين الأنهار

والينابيع والبحيرات والمستنقعات، فعند سقوطها على منطقة معينة، فأن قسماً من مياهها يسيل على شكل مجاري تتجمع فيما بعد مكونة السيول والنهيرات الصغيرة، بينما يغور قسم آخر منها داخل التربة ليزود المياه الجوفية التي تعتمد عليها الابار والينابيع، أما الباقي من مياه الأمطار فإنه يتبخر من على سطح الأرض ويعود ثانية الى الجو، **وتتوقف نسبة ما يجري من مياه الأمطار على سطح الأرض على عدة عوامل أهمها:**

١- انحدار سطح الأرض الذي تسقط عليه الأمطار، فكلما كان هذا السطح منحدراً زاد مقدار المياه الجارية عليه وقل مقدار مايتسرب منها داخل التربة أو يتبخر ويعود الى الجو.

٢- طبيعة الصخور والتربة التي تسقط فوقها الأمطار، فاذا كانت الصخور وتربة المنطقة كثيرة المسامات، تسرب قسم كبير من مياه الأمطار الى داخلها وقل ما يجري منها على سطح الأرض.

٣- كثافة النباتات التي تغطي سطح تلك المنطقة، فكلما كثرت الغابات والأعشاب قلت كمية المياه الجارية عليها بعد سقوط الأمطار فيساعد ذلك على زيادة تسرب المياه الى داخل التربة، فإذا خلت تلك المنطقة من الغطاء النباتي، تسارعت حركة الماء في التبخير والجريان.

٤- وجود الفواصل والشقوق في الصخور التي تسقط عليها الأمطار، يقلل من جريان الماء.

٥- رطوبة الجو ودرجة حرارته، فإن كان الجو رطباً قل مقدار ما يتبخر من مياه الأمطار الساقطة وكذلك يقل التبخر اذا كانت درجة حرارة الجو منخفضة، ومياه الامطار عماد الانتاج الزراعي والرعوي في القسم الأكبر من جهات الأرض، حيث تتوقف حياة المخلوقات الحية الى حد كبير على مقدار ما يسقط من أمطار، ففي كثير من السنين انتشرت المجاعات المروعة في الهند والصين وأفريقيا وماتت النباتات والحيوانات نتيجة لقلة الأمطار عن معدلاتها في السنين الاعتيادية، وتتعرض الثروة الحيوانية في المناطق التي تعتمد على الأمطار في توفير المراعي الى أضرار بليغة في المواسم التي يقل فيها سقوط الأمطار، كما هي الحال في أفريقيا وآسيا واستراليا، أما في

العـراق وفي معظم الـتي تعتمـد على الزراعـة كمورد أساسي في أقـتصادها، فللأمـطار أهمية كبيرة، اذ أنه في بعض السـنين التي تقل فيها الأمطار تصاب الـزراعة والـرعي بأضرار بـالغة كـما يحـدث في اقلـيم كوردسـتـان العراق، وفي معظم بلاد الشام، حيث تعتمد زراعة الحنطة والشعير على الامطار.

وفي دراستنـا لعلاقة الأمـطار بالانتـاج الزراعي، يجـدر بنا ان نعـرف كمية الأمطـار التي تسقط سـنوياً على مكـان ما وفصول سـقوطها وتوزيـعها على أيام الـسنة ودرجة تـأثيرها، أي مـدى استفادة الـزراعة منهـا، ولمعرفة الـفصول التي تسقط فـيها الأمـطار اهمـية كبـيرة في الأمور الـزراعية، وذلك لأن الـفائدة التي تجنـيها النـباتات من الأمطار لاتـتوقف على مقـدار الأمطار السـاقطة فقط، وانما تـتـوقف أيضـا على الـفصـل الذي تـسقط فـيه، فألامـطـار التي تـسقط في الـفصل البـارد، وان كانت كميتها قليلة تـكون ذات تأثير أكبر من الأمطار التي تسقط في الفصل الحار، وذلك لانخفاض الحرارة وقلة التبخر في الفصل البارد.

ومما تقدم ندرك بسهولة كـيف تمكن المزارعون في اقليم كوردستان العراق من زراعة القمح والشـعير على الأمطار على الرغم من قـلتها، اذ أنها لا تتجاوز في أكـثر السـنين (٥٠) سـنتيـمتراً ولـكنـها تسـقط في الفصل البارد الـذي يقل فيه التـبخر، ويمكن أن يقال نـفس الشيء عن كندا اذ ان القمـح والشعير يزرعان في سهـولها الوسطى الـتي تقل كمية المـطر الساقـطة فيها عن (٣٧) سـنتيمتـراً، تفسير ذلك ان الموسم الذي تسـقط فيه الأمـطار، حـتى ولو كان صـيفاً في كنـدا، يكون منخفض الحرارة قليل الـتبخر ومن ثم تكون درجة تأثـير الامطار على النباتات أقوى من تأثيرها في بلاد ترتفع فيها درجة الحرارة الذي تسقط فيه الأمطار [٦].

### ٢- الانهار:

تتغـذى معـظم انهار الـعالم من مـياه الامطـار، أما لطـول ايام الـسنة كـما هو الحال في المناطق الاستوائية، أو لقسم منها كنهري دجلة والفرات اللذين يتغذيان من أمطار الشتاء والربيع الساقطة على تركيا وايران والعراق، وتتغذى الانهار في نفس الوقت من مياه الثلـوج التي تتجمع فوق قمم الجبال وسفوحها ووديانها، ثم تذوب في مـوسم الربـيع والصـيف عندمـا ترتـفع درجة حـرارة الهـواء، كما



شكل رقم (٤٦ ) النهر



شكل رقم (٤٧ ) النهر

لاتخلو المناطق التي تغذي النهر بالمياه من العيون والينابيع التي تزوده بها لطول ايام السنة أو لمعظمها، والواقع ان المصدر الأساسي الذي يزود النهر بالمياه هو الامطار، ومما تجدر الاشارة اليه، أن مياه الأمطار التي تسقط فوق مناطق تغذية النهر، لاتصل كلها اليه وذلك لأن قسماً منها، كما ذكرنا سابقاً، يتبخر بتأثير حرارة الجو وهبوب الرياح ويتسرب قسم آخر الى باطن القشرة الأرضية، وتمتص الأشجار والنباتات قسماً آخر من مياه الامطار.

وبسبب ماتقدم نستطيع القول ان أكثر الجهات التي توجد فيها الانهار هي الجهات الغزيرة بالمطر، كالمناطق الاستوائية والمناطق الجبلية القريبة من البحار

والمواجهة للرياح الرطبة القادمة منه ومن اوضح الأمثلة على ذلك الجهات الغربية من بلاد المغرب المطلة على المحيط الأطلسي حيث تعتبر أغنى جهات المغرب العربي في أنهارها التي تنحدر من مرتفعات الأطلس العالية التي تستقبل الرياح الغربية الرطبة وتتجمع عليها الثلوج بكثرة نظراً لارتفاعها.

### ٣- البحيرات:

**البحيرة منخفض من الأرض مملوء بالمياه، وتتكون البحيرات أما بعوامل باطنية أو بعوامل ظاهرية، وأهم أنواع البحيرات ما يأتي:**

**أ- البحيرات الجليدية:** وتكون (٩٠٪) من مجموع بحيرات العالم وترجع في نشأتها الى آثار الغطاءات القديمة ومن أمثلتها بحيرات فنلندة والسويد والبحيرات الخمس في أمريكا الشمالية.

**ب- البحيرات النهرية:** وترجع في نشأتها الى فعل الانهار والمياه الجارية، وأهم أنواعها:

**١- البحيرات الهلالية في السهول الفيضية.**

**٢- بحيرات الدالات** وذلك عند مصبات الأنهار حيث توجد أماكن لم تمتلء بعد بالرسوبات فهي اذاً بحيرات مؤقتة لا تلبث أن تزول بتوالي الارساب، ومن أمثلتها بعض الاهوار في جنوب العراق والبحيرات في دلتا النيل.

**٣- بحيرات السدود** وتتكون نتيجة تراكم النباتات في مجرى النهر حيث يكون المجرى قليل الانحدار وتجاوره أراض منبسطة فتنتشر مياه النهر مكونة ما يشبه البحيرات الواسعة وأكثر ما يكون ذلك واضحاً في بعض روافد النيل



شكل رقم (٤٨) البحيرة الجليدية



شكل رقم (٤٩) البحيرة البركانية



شكل رقم ( ٥٠ )
البحيرةالهلالية في السهول الفيضية



شكل رقم ( ٥١ )
البحيرة الانخفاضية

الأبيض في وسط السودان حيث يطلق هناك على النباتات التي تسد المجرى اسم السدود وأصبحت المنطقة تعرف بمنطقة السدود.

**جـ- البحيرات التي تتكون في مناطق البحار الداخلية:** وهذا النوع يتكون في أعقاب انحسار البحار الداخلية القارية اذا ما أصاب اليابس ارتفاعاً، فلا يبقى من ذلك البحر سوى بقعة صغيرة تمثل أعمق مناطق البحر القديم فتظهر على شكل بحيرة مثل بحر (اورال) في آسيا وبحيرة (شاد) في أفريقيا.

**د- البحيرات الاخدودية أو الانكسارية:** ومن أوضح الأمثلة لهذا النوع من البحيرات ما يوجد منها في الوادي الاخدودي الافريقي العظيم حيث توجد بحيرات (تنجانيقا وادورد والبرت وغيرها).

**هـ- البحيرات الانخفاضية:** وتتكون هذه البحيرات عندما تهبط منطقة ما من القشرة الأرضية وتمتليء بمياه الأمطار مثل بحيرة (فكتوريا في افريقيا).

**و- البحيرات البركانية:** وتتكون في فوهات البراكين الخامدة، وتمتاز بأستدارة شكلها وارتفاع جوانبها وازدياد عمقها نحو الوسط مثل بحيرة (تانا) في الحبشة والتي ينبع منها نهر النيل الازرق.

### ٤- المياه الجوفية والينابيع:

**يمكن ان نقسم المياه الجوفية وفقاً لتنوع مصادرها وأماكن وجودها الى الأقسام الاتية:**

**١- مياه جوفية عذبة،** مصدرها مياه الامطار الساقطة أو مياه الثلوج المذابة،

وتعرف بأسم (المياه الجوية) وذلك لارتباط نشأتها بعوامل الجو والطقس، وتعتبر المياه الجوية المصدر الرئيس للمياه الجوفية.

٢- **مياه جوفية عذبة أو معدنية،** مخزونة في الطبقات الصخرية المسامية نتيجة لتجمع بعض المياه الساخنة المنبثقة أثناء حدوث الثورات البركانية، وتعرف بأسم «مياه الصهير».

٣- **مياه جوفية مالحة،** تسربت من البحار والمحيطات الى اليابس المجاور وتعرف بأسم «المياه المحيطية».

٤- **مياه جوفية عذبة أو مالحة** مخزونة في الصخور الرسوبية منذ الازمنة التي تكونت فيها الصخور نفسها، وساعدت بعض الظروف على انحباسها في جوف الصخور في الوقت الحاضر، وقد عثر على مياه من هذا القبيل في الصحراء الجزائرية ويقدر البعض وجود بحيرة هائلة من هذا النوع تبلغ مساحتها زهاء (٦٠) ألف كيلو متر مربع في جنوب الجزائر.

٥- **مياه جوفية عذبة** تسربت من مياه المجاري النهرية الى داخل الصخور المسامية كالمياه الجوفية الموجودة في منخفض التطرون في جمهورية مصر العربية والتي تسربت من نهر النيل وقت الفيضان.

وعندما تتجمع المياه الجوفية في باطن قشرة الأرض عند منسوب دائم، يطلق على هذا المنسوب «مستوى الماء الجوفي أو الباطني»Table Water Underground ويختلف عمق مستوى الماء الجوفي أو الباطني من مكان لآخر، فقد يكون قريباً من سطح الأرض، كما في المناطق غزيرة الأمطار المجاورة للبحار، أما في المناطق الجافة، فغالباً ما يكون على اعماق بعيدة من سطح الأرض، ويتميز مستوى الماء الجوفي بأنه لايبقى ثابتاً على مستوى واحد، بل يختلف من حيث أعماقه من مكان الى آخر، كما يختلف في المنطقة الواحدة من فصل لآخر، فإذا كان مصدر المياه الجوفية هو مياه الانهار السطحية، فغالباً مايرتفع منسوبه وقت فيضان هذه الأنهار، ثم ينخفض منسوبه ثانية وقت الصيهود، كما يحصل في مدينة بغداد وضواحيها عند فيضان نهر دجلة، أما اذا كان مصدر المياه الجوفية هو مياه الأمطار، ففي هذه الحالة يرتفع منسوب المياه الجوفية خلال فصل سقوط الأمطار، وينخفض ثانية خلال فصل الجفاف.

## مظاهر المياه الجوفية:

على الرغم من انسياب المياه الجوفية الى أعماق بعيدة في جوف صخور قشرة الأرض، الا أنها قد تظهر على سطح الأرض بصورة مختلفة، وأهم المظاهر أو الصور التي تبدو بها المياه الجوفية على سطح الأرض ما يأتي:

١- الآبار الارتوازية Artesian Wells.

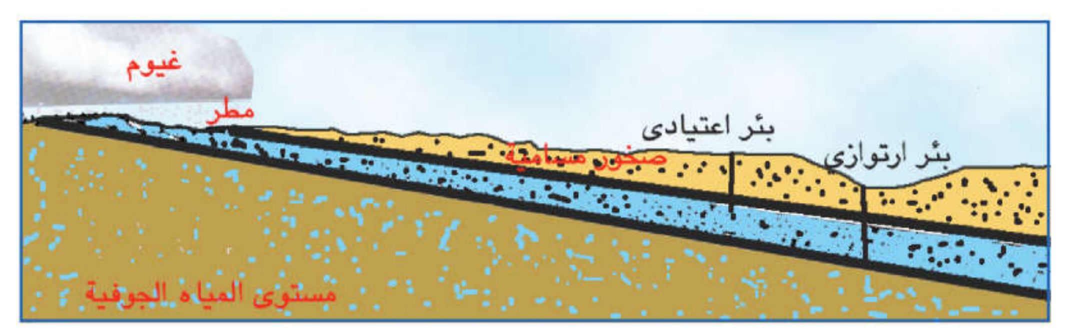
٢- الينابيع والعيون Springs.

٣- النافورات والينابيع الحارة Geyswes and hot Springs.

٤- المجاري المفقودة Lostspring التي قدتظهر بعض أجزاء منها فوق سطح الأرض ثم تختفي أجزاؤها الأخرى في باطن الأرض.

### أولاً- الآبار الارتوازية (٧):

يقصد بالآبار الارتوازية الآبار التي تحفر في القشرة الأرضية للوصول الى المستوى الدائم للمياه الجوفية، وكثيراً ما تندفع المياه فيها نحو الاعلى وتظهر فوق سطح الأرض بقوة من تلقاء نفسها وذلك بسبب التواء طبقات القشرة الأرضية التي تخزن المياه، بحيث يكون المستوى الدائم للمياه الجوفية فيها أعلى من مستوى البقعة التي يحفر فيها البئر، فتندفع المياه من البئر بحسب قانون توازن السوائل في الآواني المستطرقة المعروف (انظر الشكل رقم«٥٢»)، وعلى الرغم من أن هذه الآبار من صنع الانسان الا ان وجودها يرتبط عادة بالمياه الجوفية التي تتجمع في خزانات الالتواءات المقعرة من ناحية، كما أنها تعتبر مظهراً من مظاهر صور المياه الجوفية على سطح الأرض من ناحية أخرى ويبلغ عمق بعض الآبار الارتوازية أكثر من (٥٠) متراً تحت سطح الأرض، ويزيد عمق




شكل رقم (٥٢ ) الابار الارتوازية

البعض الآخر منها على (٥٠٠) متر، وقد تنبثق المياه الجوفية من البئر الارتوازي خلال فترات متقطعة، أو قد يكون اندفاع المياه مستمراً وذلك تبعاً لبعض الظروف المحلية، كأن تكون فوهة البئر اوطأ من مستوى مصادر المياه الجوفية في المنطقة، ومن أشهر الآبار الارتوازية في العالم تلك التي تتمثل في حوض لندن وحوض باريس وأحواض السهول الوسطى في الولايات المتحدة الامريكية والأقسام الداخلية من أستراليا، وقد انتشرت الآبار الارتوازية في مناطق متعددة من العراق وخاصة في منطقة الجزيرة ومنطقة الرطبة وتعتمد مدينة اربيل نفسها على مياه الآبار الارتوازية التي حفرت بالقرب منها، ولاينكر ما للآبار الارتوازية من الاهمية العظيمة خصوصاً عندما تنبثق في مناطق جافة وتكون مياهها عذبة فيستفاد منها في ارواء الناس وإسقاء الحيوانات وقد يعتمد عليها ارواء المزروعات كما في بعض جهات شرق الجزيرة العربية.

### ثانياً– الينابيع:

تتكون الينابيع والعيون عندما تنبثق المياه الجوفية من خزاناتها الجوفية انبثاقاً طبيعياً، دون أن يكون للانسان أي أثر في ذلك، ومن أهم العوامل التي تساعد على ظهور الينابيع فوق سطح الأرض ما يأتي:

١– اذا انقطعت المنطقة الجبلية بواسطة وديان اخدودية عميقة تصل الى مستوى المياه الباطني، كما هو الحال في هضبة كولورادو في غرب الولايات المتحدة، وفي وادي (كلي علي بك) على الطريق بين شقلاوة و راوندوز في اقليم كوردستان العراق.



شكل رقم (٥٣) وادي كولورادو



شكل رقم (٥٤)الواحة

٢- انخفاض مستوى سطح الأرض الى مستوى المياه الجوفية نتيجة هبوطه كما هو الحال في منطقة شثاثه في جنوب غرب العراق والواحات في منطقة الصحراء الغربية في مصر.

٣- طبيعة ميل الطبقات الصخرية، فإذا كان التركيب الصخري يتألف من طبقات سميكة مسامية متعاقبة فوق طبقات غير مسامية مائلة بشدة بحيث تكون حافات صخرية، فأن ذلك يساعد على ظهور ينابيع قوية منبثقة من أقدام الحافات الصخرية، ومن أجمل الامثلة على ذلك مجموعة من الينابيع تظهر عند القدمات الجبلية في شمال ايطاليا وكذلك في اقليم كوردستان العراق حيث تنتشر هذه الينابيع الى الجنوب من منطقة عقرة مما ساعد على قيام القرى والمدن مثل (عين سفني) و (بعشيقة) وغيرهما.

٤- وقد تحدث الينابيع عندما يعترض الطبقات التي تحتوي على المياه الجوفية سد رأسيDYKE يعمل على حجز المياه الجوفية ورفع مستواها، ويكون في هذه الحالة خزاناً طبيعياً للمياه الجوفية حيث تندفع المياه الى السطح اندفاعاً طبيعياً.




شكل رقم (٥٥)مخطط للينابيع

## ثالثاً- النافورات والينابيع الحارة:

دلت الدراسات المختلفة على أنه كلما كانت المياه الجوفية آتية من أعماق بعيدة في باطن الأرض ارتفعت درجة حرارتها، ويرجع سبب ذلك الى ازدياد درجة حرارة باطن الأرض في الأعماق البعيدة عن السطح، وتقوم هذه المياه الساخنة أثناء حركتها من مكان لآخر بأذابة بعض المعادن الموجودة في صخور القشرة الأرضية، لأن الماء الساخن أقوى على اذابة وتحليل المواد المعدنية من الماء البارد، هذا بالاضافة الى أن غاز ثاني أوكسيد الكاربون الموجود في المياه الجوفية له قدرة كبيرة على اذابة المواد المعدنية من ناحية أخرى.

إن المصدر الرئيس لمياه الينابيع الحارة هو مياه الأمطار التي تتسرب الى أعماق بعيدة في قشرة الأرض، أما المصدر الثاني فهو مياه (اللافا) أو مياه الصهير البركاني المخزون في طبقات اللافا نفسها، وقد تحتوي هذه المياه على بعض المعادن النادرة مثل الارسنيك والبورون وتعتبر نافورة كتماي Kutmai في الاسكا من النافورات الحارة التي تستمد مياهها من مياه الصهير المخزونة، وتندفع مع مياه النافورات والينابيع الحارة كمية كبيرة من الغازات، كما تحتوي المياه نفسها على نسبة كبيرة من





شكل رقم (٥٦) النافورات الطبيعية

المواد المعدنية المذابة، ولذلك تتجمع هذه المواد عند فوهة النافورات مكونة اشكالاً متعددة أشبه بالمداخن أو المخاريط يصل ارتفاع بعض منها الى أكثر من خمسة أمتار فوق سطح الأرض المجاورة للنافورة، وقد تتجمع مياه النافورات والينابيع الحارة بعد خروجها الى سطح الارض مكونة بحيرات صغيرة من المياه الساخنة، وتنتشر النافورات والينابيع الحارة في جميع القارات ولا يرتبط وجودها بخطوط الطول والعرض، فبينما نجدها متناثرة في بقاع من الاسكا في أمريكا الشمالية وسيبيريا في قارة آسيا ومرتفعات الأنديز وفنزويلا في أمريكا الجنوبية، نجدها أيضاً في جزيرة آيسلندا التي تحتوي على نافورات تعتبر من أعظم النافورات الحارة في العالم.

## ٥- المحيطات والبحار:

تختلف مياه المحيطات والبحار عن مياه الانهار، فمياه الاولى غير عذبة وتحتوي على كثير من الاملاح أهمها كلوريد الصوديوم، وهناك كاربونات الجير (الكالسيوم) التي تستهلكها الكائنات البحرية في بناء هياكلها، ومياه البحار والمحيطات أكثر كثافة من مياه الانهار، ودرجة حرارتها تختلف فيما بينها اختلافاً أفقياً ورأسياً، اذ أن أشعة الشمس تؤثر الى حد كبير في الطبقات العليا من مياه هذه البحار والمحيطات، فتبلغ درجة حرارة المياه السطحية مثلاً عند دائرة خط الاستواء نحو (٢٧ْ) مئوية في حين تنخفض عند القطبين الى درجة التجمد أو أكثر، ويترتب على هذا الاختلاف في درجة الحرارة بين الجهات الاستوائية والقطبية أن تنساب مياه المحيطات من الجهات القطبية نحو دائرة خط الاستواء حاملة معها الى القاع كمية من الهواء تفيد في تنفس الكائنات البحرية الحية، غير أن الاختلاف في درجة حرارة المياه يختفي تقريباً عند عمق (١٠٠) قامة [٨]، كما أن التغيرات الفصلية لا توجد.

أما عن درجة حرارة المياه السطحية في المحيطات، فيبدو أنها أكثر تعقيداً من على عمق (١٥٠) قامة، ويمكن القول، بوجه عام، أن درجة حرارة مياه المحيط تنخفض تدريجياً كلما تعمقنا وان كان ذلك الانخفاض بمعدل غير ثابت وغير منتظم، فهو يختلف من مكان لآخر، تبعاً لاختلاف أعماق المحيط أما عن درجة

حرارة المياه السطحية في المحيطات فيبدو أنها أكثر تعقيداً من درجة حرارة مياه الأعماق المختلفة في هذه المحيطات، ولكنه يمكن القول، بوجه عام، ان درجة حرارة المياه السطحية تنخفض كلما سرنا نحو القطبين، اذ لوحظ أن المتوسط السنوي لدرجة حرارة مياه سطح المحيط عند دائرة خط الاستواء يبلغ نحو ٢٥° مئوية وعند خطي عرض ٢٠° شمالاً وجنوباً يبلغ ٢٣° مئوية وعند خط عرض (٦٠) يبلغ حوالي (١°) مئوية، كما يلاحظ، بوجه عام، ان الاختلافات الفصلية في درجة حرارة المياه السطحية هذه أقل من نظيرتها على اليابس في دوائر العرض المختلفة، أما عن درجة ملوحة مياه البحر أو المحيط، فتعتمد على مقدار الاملاح غرام من الماء، ولهذا نقول أن متوسط نسبة الاملاح ٣٥ في الألف، وهذا معناه أنه في كل ألف غرام من الماء يوجد ٣٥ غراماً من الأملاح، ومما يلاحظ على الأملاح أنها تختلف من مكان الى آخر في المحيط الواحد، كما أنها في البحار غيرها في المحيطات، وهي كذلك تختلف في البحار المغلقة عنها في البحار المفتوحة.

وأهم الأملاح الموجودة في مياه البحار والمحيطات هي كلوريد الصوديوم وكلوريد المغنيسيوم وسلفات المغنيسيوم وكاربونات الكالسيوم وغيرها من الأملاح، هذا فضلاً عن عناصر أخرى ذات أهمية كبرى للأحياء المائية من نباتية أو حيوانية، وتوزع درجات الملوحة على خرائط، فترسم خطوط الأملاح المتساوية (Isohalines) لتوضيح درجة ملوحة المياه السطحية أو درجة ملوحة المياه على عمق قريب من سطح الماء، وتختلف درجات الملوحة هذه تبعاً لدرجات الحرارة ومقدار ما ينصب في مياه البحر أو المحيط من مياه الانهار، وتبعاً لمقدار المطر الساقط والجليد الذائب ودرجة اختلاط مياه التيارات السطحية بمياه التيارات السفلية في المحيط، ويلاحظ بوجه عام، أن الاختلافات في درجة الملوحة في المحيطات الكبيرة المفتوحة طفيفة، ففي المحيط الاطلسي، مثلاً نجد أن الجهات المدارية تمثل أكثر جهاته ارتفاعاً في درجة الملوحة، ثم تنخفض درجة الملوحة كلما تقدمنا في هذا المحيط نحو الجهات الاستوائية أو الجهات القطبية، والسبب في ذلك، هو غزارة الأمطار في الجهات الاستوائية، وكثرة ذوبان الثلوج وقلة التبخر في الجهات القطبية [٩]، ويلاحظ على البحر البلطي بصفة

خاصة، ان نسبة الأملاح تختلف فيه من مكان الى آخر، ولكنها بوجه عام، تقل كلما ابتعدنا فيه عن بحر الشمال [١٠].

وتكون درجة الملوحة في البحر الأسود معتدلة نسبياً، وذلك لوجود عدة أنهار تصب مياهها العذبة فيه،أما البحر الأحمر فأنه على العكس من ذلك تماماً، حيث ترتفع نسبة الأملاح فيه بدرجة كبيرة وذلك لشدة التبخر ولعدم وجود أنهار تصب مياهها العذبة فيه[١١]، وتختلف درجة الملوحة في جهات البحر المتوسط بوضوح، فهي تزداد كلما سرنا في هذا البحر نحو الشرق حيث يقل عدد الأنهار التي تنصب فيه [١٢]، أما عن البحار المغلقة والبحيرات، فأن نسبة الملوحة ترتفع كثيراً، حيث تصل في البحيرة المالحة في ولاية (يوتا) الامريكية الى (٢٢٠) في الالف، وتصل في البحر الميت الى (٣٤٠) في الالف وفي بحيرة (فان،وان) في شرق آسيا الصغرى الى (٣٣٠) في الالف.

## اختلاف الوان مياه البحار والمحيطات:

على الرغم من ان الماء النقي لا لون له، الا ان مياه البحار والمحيطات تبدو في الطبيعة بألوان مختلفة ففي البحار العميقة المفتوحة، وخاصة في خطوط العرض الوسطى والسفلى، كثيراً ما تظهر مياه البحار زرقاء، بينما تظهر مياه البحر الساحلية باللون الأخضر وتتشكل مياه البحر باللون البني الذي يميل الى الحمرة أمام مصبات الأنهار الكبرى، وتختلف ألوان مياه البحر تبعاً للخصائص الطبيعية والكيماوية للمياه، أو تبعاً لنوع الكائنات البحرية التي تعيش فيها، اونتيجة لأثرهما معاً، ويمكن أن نلخص أهم العوامل التي تشكل مياه البحار بالوان مختلفة فيما يأتي:

أ- تغلغل اشعة الشمس الضوئية في مياه البحر، واختلاف أنواعها تبعاً لأعماق المياه فتنتشر الأشعة الضوئية الحمراء بالمياه السطحية، بينما تتغلغل الأشعة البرتقالية فالصفراء فالحمراء في مياه البحر شبه السطحية، بالترتيب.

ب- تنوع المواد غير العضوية العالقة وتلك المذابة في مياه البحر.

جـ- تكوين الشعاب المرجانية ببعض المسطحات المائية الضحلة، فتضيف الى مياه البحر اللونين الأزرق الداكن والأزرق الذي يميل الى البياض.

د- تؤثر الطحالب البحرية في تشكيل الوان مياه البحر، فبعضها أحمر اللون وبعضها الآخر أزرق أو بلون آخر.
ه- توجد كائنات حية تساعد على تشكيل مياه البحر بالوان مختلفة نظراً لما تفرزه من المواد الملونة المختلفة.

## البحار:

البحار فجوات واسعة في سواحل المحيطات تدخل فيها المياه المالحة وتتوغل في قلب اليابس على شكل مسطحات مائية واسعة تسمى البحار، ويمكن تصنيف البحار الى ثلاثة أقسام هي:

**أ- بحار خارجية** تتصل بالمحيطات بفتحات متسعة فلا تختلف مياهها عن مياه المحيطات، من حيث حركات المد والجزر والتيارات المحيطية والأحياء المائية فيها، ومن أمثلة هذه البحار: بحر الشمال وبحر الصين وبحر اليابان والبحر الكاريبي وغيرها، ويلاحظ أن هذا النوع من البحار ينفصل عن المحيط بواسطة حافة بحرية قليلة الارتفاع فهي لاتزيد على (٢٠٠) متر في حالة بحر الشمال، ووجود مثل هذه الحافة هو السبب في اختلاف درجة حرارة المياه السطحية نسبياً في البحار الخارجية عن نظيرتها في المحيط، ذلك بأن درجة حرارة هذه المياه السطحية تتعرض لذبذبات فعلية كبيرة، ففي بحر الشمال، مثلاً تكون درجة حرارة المياه السطحية في الشتاء (٥°) مئوية وفي الصيف (١٥°) مئوية، كذلك من المشاهد أن الأنهار التي تصب في هذه البحار الخارجية تكون مصباتها، عادة على شكل خلجان مستطيلة، وذلك راجع الى شدة حركات المد والجزر والتيارات المحيطية.

**ب- بحار داخلية** (قارية) Continental Seas: وتتصل هذه البحار بالمحيطات بواسطة فتحات ضحلة مما يجعل مياهها تختلف بعض الشيء عن مياه المحيط، وخصوصاً من حيث نسبة الملوحة ودرجة الحرارة والتيارات المحيطية ومدى قوة حركة المد والجزر، وسميت هذه البحار بالقارية لأنها عادة تفصل بين القارات مثل: البحر الاسود الذي يفصل بين آسيا وأوربا والبحر المتوسط الذي يفصل بين أفريقيا وأوربا وآسيا، ونظراً لهدوء مياه هذه البحار نسبياً عن مياه

المحيط وعن مياه البحار الخارجية، فأن الأنهار التي تصب فيها قد تمكنت من تكوين دالات لها في هذه البحار كما هو الحال في نهر النيل الذي يصب في البحر المتوسط.

**جـ- بحار مقفلة أو مغلقة Inland Seas:** وتوجد هذه البحار وسط اليابس، ولا تتصل مطلقاً بالمحيطات، وهي في الواقع بحيرات ولكنها اعتبرت بحاراً نظراً لاتساعها، كما هو الحال في بحر قزوين وبحر أورال، وتمتاز هذه البحار باستقلالها التام في خصائصها الطبيعية، كنسبة الاملاح والتيارات البحرية ومقدار التبخر ونحو ذلك، والأنهار التي تصب في هذه البحار المقفلة تتمكن من تكوين دالات لها، كما هو الحال بالنسبة لنهر الفولغا الذي يصب في بحر قزوين، وفيما يأتي نبذة مختصرة عن بعض البحار:

## البحر المتوسط:

يعتبر هذا البحر، كما ذكرناه سابقاً، من البحار الداخلية، والقارية التي تفصل بين القارات، وهو يتصل بالمحيط الأطلسي عن طريق فتحة هي مضيق جبل طارق الذي لايزيد عمق الماء على (٢٠٠٠) متر، وينقسم هذا البحر الى قسمين أحدهما غربي والآخر شرقي ويفصلهما عن بعضهما حافة بحرية تمتد بالقرب من جزيرة صقلية، وقد ساعدت أشباه الجزر الثلاث (ايبريا وايطاليا والبلقان) التي تمتد في هذا البحر من الناحية الشمالية، بالاضافة الى الجزر الموجودة فيه على تقسيمه الى أقسام ثانوية تشغلها بحار ثلاثة هي: التيراني والادرياتي وايجه، وتطل على سواحل البحر المتوسط من الشمال والغرب والجنوب الغربي سلاسل جبال المجموعة الألبية الالتوائية، كما تطل على ساحله الشرقي في جبال لبنان وعلى ساحله الشمالي الشرقي جبال طوروس، أما سواحله الجنوبية فتطل عليها جبال الأطلس، ولهذه الظاهرة أثر كبير في تحديد كمية الأنهار التي تنساب الى البحر المتوسط من جميع جهاته، ماعدا الجهة الجنوبية الشرقية التي تصب فيها مياه نهر النيل، ونظراً لقلة الأمطار التي تسقط فوق حوض هذا البحر، وارتفاع نسبة التبخر في مياهه، فقد أصبح يعتمد على البحار المجاورة له لتعويض النقص الحاصل في كمية مياهه، ويدل على ذلك وجود

تيار مائي يجتاز مضيق جبل طارق قادماً من المحيط الاطلسي ومجتازاً حوض البحر المتوسط كله من الغرب الى الشرق، أما عن درجة حرارة مياه البحر المتوسط السطحية، فمرتفعة نسبياً وتكاد تقرب من درجة حرارة الهواء الملامس لمائه صيفاً في نفس دوائر العرض.

### البحر البلطي:

ويعتبر من البحار الداخلية أو القارية ويتصل بالمحيط الأطلسي بطريق غير مباشر، اذ انه يرتبط ببحر الشمال الذي يرتبط بدوره بالمحيط الأطلسي، ويلاحظ ان البحر البلطي يختلف تماماً عنه البحر المتوسط في كثير من مظاهره الطبيعية، فهو بوجه عام أقل عمقاً من البحر المتوسط ونسبة الاملاح في مياهه منخفضة، كما انه محاط من جميع جهاته تقريباً بأراض سهلية تنتمي الى السهل الأوربي الأعظم، وتدخل مياه بحر الشمال ذات الملوحة المرتفعة وذات الكثافة العالية الى هذا البحر، وتسير قريباً من مستوى القاع وتختلط بمياهه.

### بحر الشمال:

وهو أكبر البحار الخارجية المطلة على المحيط الأطلسي مساحة، كما انه الطريق الهام بين الجزر البريطانية وأقطار القارة الأوربية، وأكثر جهات هذا البحر عمقاً هي الاجزاء المطلة على جنوب غرب النرويج، اذ أنها تمثل لساناً عميقاً من المياه يربط تلك الجهات بالمحيط الأطلسي الشمالي، أما في الاجزاء الوسطى من بحر الشمال، فلايزيد عمق المياه على (٣٠) قامة، كما توجد في وسط هذا البحر سدود الدوكر **Dogger Banks** التي تعتبر من اغنى مصائد الأسماك في العالم، ويبدو أن الحالة المناخية فوق بحر الشمال من النوع القاري، ويدل على ذلك عظم الاختلاف بين درجة حرارة المياه السطحية في الصيف وبين درجتها في الشتاء كما يدل عليه تعرضه للرياح القطبية القارصة البرد شتاء.

### الخلجان والمضايق:

الخلجان: وهي فجوات في السواحل تدخل فيها مياه البحار والمحيطات

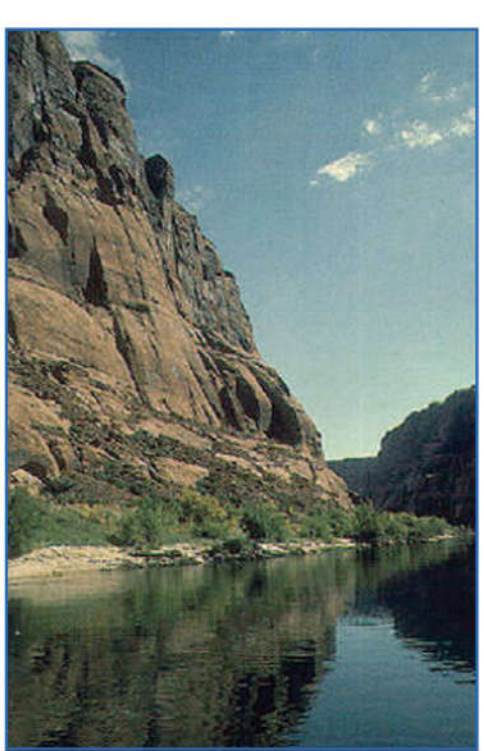
وتتوغل في الأرض اليابسة، وليس هناك حدود معينة للفجوات التي يطلق عليها هذا اللفظ، فقد تكون عظيمة الاتساع كخليج غانة في غرب افريقيا، وقد تكون متوسطة الاتساع كخليج الهدسن في أمريكا الشمالية والخليج العربي، أو قد تكون قليلة الاتساع كخليج العقبة، وتتخذ الخلجان أشكالاً مختلفة أهمها:

### أ- الرياس Rias

وهي الفتحات النهائية للأودية النهرية اذا غمرتها مياه البحر وتمتاز بأنها منفرجة عند نهايتها وأنها تقل في اتساعها وفي اعماقها كلما توغلت في الارض اليابسة، وتمتاز أيضاً بأنها قليلة الشعب وأن جوانبها ليست عظيمة الانحدار، وأحسن ما تتمثل هذه الخلجان في المنطقة الشمالية الغربية من اسبانيا والسواحل الجنوبية الغربية لايرلنده والى هذا النوع ينتمي كثير من الخلجان التي توجد في سواحل جنوب الصين وسواحل شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية.

### ب- الفيوردات Fiords

وهذه ايضاً فتحات ساحلية ضيقة ذات جوانب رأسية تقريباً، تتوغل في اليابس لمسافة طويلة وتتشعب تشعباً عظيماً، وتمتاز بانها كبيرة العمق وان الأجزاء الداخلية منها اكثر عمقاً من الأجزاء التي تتصل بالبحر، ويرجع حدوث هذه الظاهرة الغريبة الى وجود حاجز بحري عند مدخل الخليج يتألف أما من الصخور التي تتكون منها جوانب الخليج أو من ركامات جليدية، ترسبت هناك وأحسن ما تتمثل هذه الخلجان في الجهات الساحلية التي تأثرت بالعصور الجليدية وهذا ماجعل العلماء يعتقدون بأن الجليد هو المسؤول عن حفر هذه الخلجان وتكوينها وأن الأنهار لم تكن الا عاملاً ثانوياً، والحقيقة ان هذه الخلجان كثيرة



شكل رقم ( ٥٧ ) الفيورد



شكل رقم (٥٨)
أحد الفيوردات

الوجود في المناطق الساحلية التي تأثرت بالانكسارات في الازمنة الجيولوجية الحديثة، وأنها تمتد مع الشعب الكثيرة التي تتفرع منها على طول الانكسارات التي تقطع المنطقة، وقد أدى ذلك الى الاعتقاد بأن الانكسارات هي العامل الأول الذي يحدد الامتداد الذي تتجه فيه الفيوردات، ومعنى ذلك أن الانكسارات هي التي ترسم الخطوط الأولى للفيوردات، أما العامل الذي ساعد على حفر الفيوردات، فاغلب الظن انه المياه الجارية، ويقال أن المياه بدأت بحفر أودية لها على طول الكسور، ثم عمقت تلك الأودية الى درجة كبيرة قبل أن تتأثر المنطقة بالجليد في العصر الجليدي.

وخلال العصر الجليدي، جرت الأنهار الجليدية في تلك الأودية وساعدت على حفر جوانبها وعلى تعميق قاعها وعندما هبطت الارض غمرت مياه البحر المنطقة الساحلية وتوغلت في الأودية وكونت الفيوردات المعروفة، وتتمثل ظاهرة الفيوردات بشكل واضح في سواحل النرويج وسواحل غرب اسكتلنده

وفي شمال وغرب ايرلنده، كما تتمثل في سواحل ايسلنده وكرينلند وشبه جزيرة لبرادو والساحل الغربي لأمريكا الشمالية في كولومبيا البريطانية والاسكا والساحل الغربي لأمريكا الجنوبية.

### المضايق:

وهي فجوات في اليابس تغمرها المياه وتدخل بين بحرين أو بحر ومحيط وأحسن الأمثلة على ذلك مضيق جبل طارق ومضيق باب المندب ومضيق البسفور ومضيق الدردنيل ومضيق هرمز، ونلاحظ ان بعض هذه المضايق تضيق بعض اجزاؤها الى حد كبير، فمضيق البسفور مثلاً، يبلغ معدل عرضه (١٠٦) كيلومترات الا انه يضيق في بعض اجزائه حتى يبلغ (٢٠٠) متر فقط، وللمضايق أهمية حربية بالغة الأهمية، لأن الدولة التي تسيطر على واحد منها تكاد تتحكم في البحرين اللذين يربطهما ذلك المضيق، كما حدث لبريطانيا التي سيطرت لفترة طويلة على مضايق جبل طارق وباب المندب وهرمز.

### المحيطات Oceans:

ان كلمة محيط مشتقة من أصل يوناني، وقد استعملها اليونانيون القدماء لتدل على نطاق من الماء يحيط باليابس من جميع الجهات، ولقد كانت دراسة المحيطات تشغل اذهان العلماء في الماضي ولازالت تشغلهم في الوقت الحاضر، كانت الفكرة القديمة ان عمق المحيط يتدرج من سواحل القارات المطلة عليه نحو وسط المحيط، حيث أعمق منطقة، وان هذه المنطقة بمثابة حوض شديد العمق، غير أن هذه الفكرة تغيرت، فقد ثبت أن عمق بعض المحيطات يزداد فجأة بعد أن تترك الرصيف القاري مباشرة متجهين نحو وسط المحيط، وأن أكثر الجهات عمقاً في بعض المحيطات لايقع في وسطها، بل يقع قريباً من منطقة الرصيف القاري نفسه والدليل على ذلك أن أكثر جهات المحيط الهادي عمقاً انما توجد شرق جزر الفلبين مباشرة وليس في وسط هذا المحيط، وفيما يأتي عرض موجز عن كل محيط.

**١- المحيط الهادي (باسفيك):** أعظم المحيطات مساحة وعمقاً، كما أنه أكبر ظاهرة طبيعية فوق سطح الارض، وهذا المحيط عبارة عن سطح هائل جداً من الماء تبلغ مساحته نحو (٣٤٪) من مساحة سطح الكرة الارضية، وهذه المساحة

تفوق مساحة القارات مجتمعة، ان أهم الخصائص الميزة للمحيط الهادي، هي ابعاده العظمى التي أثرت في طبيعة التوزيع الجغرافي للكائنات النباتية والحيوانية، بل وتعمير جزر المحيط بالجنس البشري، وجعلت لكل مجموعة من الجزر خصائصها المميزة، وعلى الرغم من أن الجانبين الشرقي والغربي للمحيط تبدو قوسية الشكل، الا أن مظهر المحيط العام يتخذ شكل مثلث هائل المساحة، ويتمثل رأسه في منطقة مضيق (بيرنك) شمالاً، وتتمثل قاعدته في الأطراف الجنوبية من مياه المحيط الجنوبي، هذا ويتصل بالمحيط الهادي عدد من البحار يقع معظمها على الجانب الغربي، ففي الشمال نجد بحر اوختسك Akh0tsk ثم بحر اليابان ثم البحر الاصفر، وكلها بحار قليلة العمق، وقرب دائرة خط الاستواء يتصل به عدد آخر من البحار لاتقل عمقاً عن المحيط الهادي نفسه.

ويحف بالمحيط الهادي رصيف قاري يبلغ عمق الماء فوقه (٢٠٠) متراً، ويتسع هذا الرصيف القاري في الجانب الغربي من المحيط أكثر من الجانب الشرقي، أما المنطقة الوسطى من المحيط فتمثل حوضاً توجد به بعض الاخاديد العميقة جداً تصل في شرق الفلبين الى أكثر من (١٠) آلاف متر، مثل أخدود (ماريانا) والتي يبلغ عمقها (١١٠٢٣م).

### ٢- المحيط الاطلسي:

يختلف عن المحيط الهادي اختلافاً كلياً من حيث بنية كل منهما، فشكل المحيط الأطلسي يختلف عن شكل المحيط الهادي، كما أن سواحل المحيط الأطلسي الشرقية والغربية متلازمة بحيث يمكن أن ينطبقا وبخاصة في الأجزاء الوسطى من المحيط، كذلك يختلف المحيط الاطلسي عن المحيط الهادي في أن الأخير به حافات تقع في وسطه تقريباً فتقسمه الى قسمين أحدهما شرقي والآخر غربي، في حين ينقسم الأطلسي الى أربعة أقسام، ويفصل هذا المحيط بين العالمين القديم والجديد وتقع على جانبيه أهم المناطق الصناعية في العالم وتمتاز بنشاط بحري وتجاري واسع.

### ٣- المحيط الهندي:

يختلف عن المحيطين السابقين ( الهادي والأطلسي) في أن معظمه يقع في مناطق تمتاز بالدفء بصفة عامة، في حين يمتد المحيطان الآخران من أقصى

الشمال الى أقصى الجنوب، وبذا تتباين الأقاليم التي يمر بها كل منهما، وتطل على الطرف الشمالي للمحيط الهندي أشباه جزر ثلاث هي: شبه جزيرة العرب في الغرب وشبه جزيرة الهند في الوسط وشبه جزيرة الملايو في الشرق ويتصل بالمحيط الهندي من الغرب الخليج العربي، أما اعمق جهات هذا المحيط فتوجد في غرب جزيرة جاوه [١٣]، وفي المحيط الهندي حافات بحرية متعددة أهمها حافة بحرية تمتد فيه من الشمال إلى الجنوب، سميت بأسماء كثيرة وتأخذ بالاتساع كلما سرنا جنوباً حتى تصبح هضبة بحرية مغمورة بمياه المحيط، وفي المحيط الهندي عدد من الجزر أكبرها ملاكاشي (مدغشقر) ثم يليها في الحجم سومطرة وسريلانكا، أما جزر اندمان و نيكوبار في خليج البنغال، فتعتبر بقايا سلسلة جبلية غائصة في المحيط الهندي وأن هذه السلسلة تعتبر في حد ذاتها تتمة طبيعية للسلاسل الالتوائية في بورما.

### ٤- المحيط المتجمد الشمالي:

يعتبر هذا المحيط خليجا كبيراً أو بحراً مفتوحاً يتصل بالمحيطات المجاورة له، يجمع هذا المحيط بين خصائص البحار الخارجية والبحار الداخلية أو القارية وهو محاط باليابس في معظم جهاته وهو بمثابة منخفض مائي تحف به القارات الشمالية، وهو بهذا المعنى يشبه البحار المقفلة، إلا انه من ناحية أخرى فغير مقفل لأنه يتصل بالمحيطين الهادي والأطلسي، ولكن اتصاله بالمحيط الأطلسي أقوى إذ أنه يتصل به بفتحة أعظم اتساعاً من مضيق (بيرنك) الذي يربطه بالمحيط الهادي، هذا وتبدو نسبة الأملاح في المياه السطحية لهذا المحيط قليلة لكثرة الثلوج المذابة فيه ولكثرة مايصب فيه من مياه الأنهار، كما تمتاز هذه المياه السطحية بانخفاض في درجة حرارتها وقلة كثافتها عما تحتها، يبلغ سمك هذه الطبقة من المياه السطحية نحو (١٢٥) قامة، وتلي الطبقة السطحية طبقة أخرى من المياه تمتاز بأنها أكثر حرارة من الطبقة السطحية المذكورة.

## الأرصفة القارية Continental:

ويطلق عليها البعض اسم «الرفاف القارية» وقد لاحظ الباحثون أن صخور المنطقة الحدية أو الهامشية لقاع البحر تنتمي إلى صخور القارات أكثر من

انتمائها إلى قاع البحر نفسه، وقد يعزى ذلك إلى تذبذب مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة وانغمار أجزاء كبيرة من الأرض تحت سطح البحر خلال فترات ارتفاع منسوبه، وقد اعتبر الباحثون على هذا الأساس المنطقة الهامشية جزء من القارات أطلقوا عليه اسم (الرصيف القاري)، وقد أعتبر بعض العلماء أن هذه المنطقة عبارة عن سهل محيطي يختلف اتساعه من موقع إلى آخر، تبعاً لاختلاف نشأة السواحل التي يمتد أمامها، ولا يزيد عمقه على (١٠٠) قامة [١٤]، ومن دراسة التوزيع الجغرافي للأرصفة القارية في البحار والمحيطات ظهر أن مجمل مساحتها يبلغ نحو (٥٪) من جملة مساحة سطح الأرض، ويتضح مما تقدم أن الأرصفة القارية هي عبارة عن المناطق الهامشية من سطح الأرض إلا أنها مغطاة بمياه البحار والمحيطات، واتجاه انحدارها العام من خط الساحل نحو البحر العميق، وتكاد تتمثل الأرصفة القارية أمام كل أجزاء سواحل قارات العالم المختلفة، وعلى ذلك تتنوع من حيث أشكالها وامتدادها ومظهرها العام من رصيف إلى آخر، وتمثل الأرصفة القارية من الناحية الاقتصادية أهم أجزاء البحار والمحيطات بالنسبة للاستغلال البشري، فقد استغل السكان منذ بداية فجر التاريخ مناطق مياه الأرصفة القارية قبل أن تجوب سفنهم عباب البحار، وتتميز هذه المناطق كذلك بغناها بالثروة السمكية ووجود خزانات هائلة للبترول تحت صخورها، كما هو الحال في أرض الأرصفة القارية بالخليج العربي وخليج (ماراكيبو) في فنزويلا بأمريكا الجنوبية وبحر الشمال في غرب أوربا، وقد أكدت الأبحاث الجيولوجية وجود خزانات عظيمة للبترول في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، وكذلك أمام مصب نهر ألامزون وعلى طول ساحل شيلي بأمريكا الجنوبية، ويستخرج خام الحديد كذلك، من بعض أجزاء الأرصفة القارية في كندا، وخام الفوسفات من أرضية الرصيف القاري لسواحل كاليفورنيا، ولعظم أهمية منطقة الأرصفة القارية من الناحية الاقتصادية بل والسياسية فقد اهتمت معظم الدول بالمحافظة على نصيبها منها.

### التيارات المحيطية (أو البحرية) Ocean Currents:

التيارات المحيطية عبارة عن مجار من مياه المحيط أو البحر تتحرك في

اتجاهات محدودة وتختلف فيما بينها من حيث السرعة والاتساع والعمق والحرارة، ومن حيث آثارها، وعلى الرغم من أن معظم الملاحين القدماء قد لاحظوا التيارات البحرية في مياه البحار، ولاحظ ملاحو السفن التي كانت تعبر المحيط الأطلسي بين أوربا وأمريكا تلك التيارات في القرن السادس عشر، إلا أنهم لم يتمكنوا من تفسير حدوثها آنذاك، وقد تمكن العلماء من تفسير أسباب **حدوث التيارات المحيطية وأجملوها بما يأتي:**

١- الرياح: وهي العامل الرئيس، لأن هبوبها المنتظم بسبب تحرك مياه المحيط في اتجاه هبوب الرياح.

٢- كثرة الماء المنصب في المحيط في مكان ما يرفع منسوب المحيط عند هذا المكان فتتحرك لإحداث التوازن.

٣- اختلاف منسوب الماء في بعض البحار المتجاورة نتيجة لكثرة التبخر من سطح الماء في بعضها وكثرة ما يصب في بعضها الأخر من مياه الأنهار و الأمطار والثلوج الذائبة، وخير مثال على ذلك مجيء تيار بحري من المحيط الهندي إلى البحر الأحمر بسبب زيادة التبخر في البحر الأحمر وعدم سقوط الأمطار أو انصباب أنهار تعوض المفقود بسبب التبخر.

٤- اختلاف درجة الحرارة والتسخين من جهة إلى أخرى في المحيط.

٥- اختلاف نسبة ملوحة المياه أو كثافتها في مختلف أجزاء المحيط.

إن حركة الأرض حول نفسها تعمل باستمرار على انحراف التيارات المحيطية بطريقة مشابهة لانحراف الرياح (حسب قانون فرل)، ومعنى أن التيارات المحيطية تنحرف قليلاً إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي والى يساره في نصفها الجنوبي، اللهم إلا إذا اضطرها شكل الساحل أن تأخذ اتجاهات معينة، لأن شكل السواحل يؤثر في تحديد الاتجاهات التي تسير فيها بعض التيارات المحيطية.

## أنواع التيارات المحيطية ومسالكها:

عرفنا إن الرياح هي العامل الرئيس الذي يسبب حدوث التيارات المحيطية، فعندما تتحرك الرياح التجارية تدفع أمامها المياه المحيطية الدافئة من منطقة دائرة خط الاستواء فيتكون التياران الاستوائيان الشمالي والجنوبي، وهما دافئان، ولما

كانت الرياح تنحرف يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي ويسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، فأنها تصبح مواجهة للسواحل الشرقية للقارات أو موازية لها، تبعاً لاتجاه الساحل، فتكون المياه التي دفعتها أمامها دافئة وتتكون التيارات التي نطلق عليها أسم التيارات الدافئة، وهناك تيارات باردة متجهة من مناطق العروض الباردة باتجاه مناطق العروض الدافئة،

**وأهم التيارات الدافئة ما يأتي:**

١- **تيار الخليج** الذي يسير من البحر الكاريبي وخليج المكسيك متجهاً إلى الشمال الشرقي ويذهب فرع منه إلى سواحل غرب أوربا فيؤدي إلى تدفئتها.

٢- **تيار اليابان** الذي جاء في الأصل من المنطقة الاستوائية حتى أصبح قريباً من السواحل الشرقية لليابان واستمر في سيره نحو الشمال الشرقي حتى وصل السواحل الشمالية الغربية لأمريكا الشمالية، وعندما يتجه هذا التيار جنوباً عند هذه السواحل يكون بارداً ويسمى تيار كاليفورنيا.

## أما التيارات الباردة فهي:

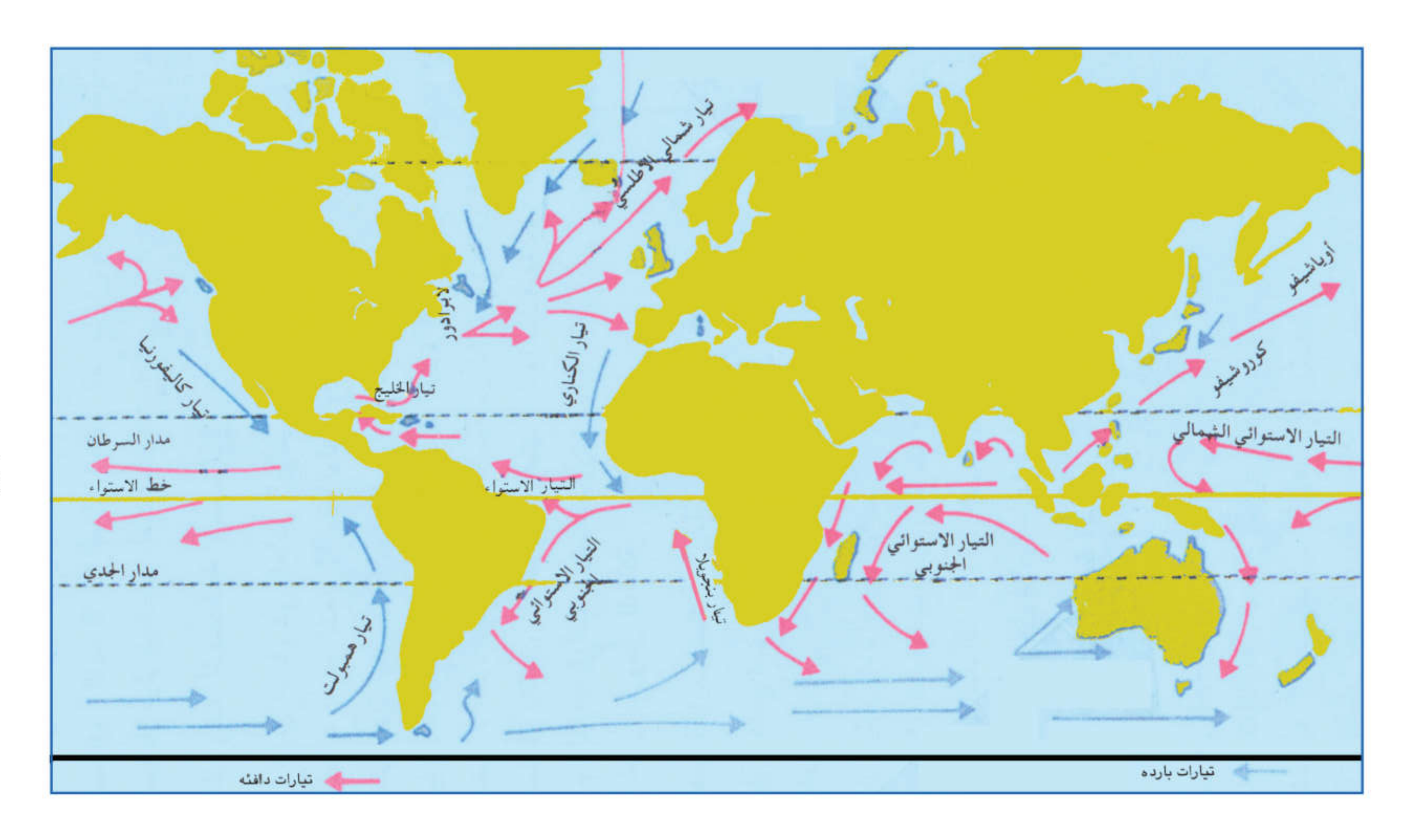
١- **تيار لبرادور** الذي يسير غرب جزيرة (كرينلاند) نحو الجنوب الغربي بمحاذاة سواحل شبه جزيرة لبرادور حتى مصب نهر سانت لورنس في كندا، وبعد ذلك يلتقي بتيار الخليج الدافيء القادم من الجنوب الغربي بمحاذاة السواحل الشمالية الشرقية للولايات المتحدة الأمريكية.

٢- **تيار كمشتكا** الذي يسير من منطقة مضيق بيرنك نحو الجنوب الغربي، فيمر بالسواحل الشمالية الشرقية للاتحاد الروسي ويستمر في اتجاهه حتى يلتقي بتيار اليابان الدافئ محدثاً ضباباً كثيفاً.

## أثر التيارات المحيطية في المناخ:

يمكننا أن نلخص أثر التيارات المحيطية في المناخ بالنقاط الاتية:

١- إذا اتجه تيار محيطي من دوائر العرض العليا نحو دائرة خط الاستواء فإنه يعتبر تياراً بارداً، ويساعد على خفض درجة حرارة السواحل التي يمر بمحاذاتها ويعمل على قلة سقوط الأمطار، وخير مثال لذلك التيارات البحرية




شكل رقم ( ٥٩) أهم التيارات المحيطية الدافئة والباردة.

بالقرب من السواحل الغربية للقارات في المنطقة المدارية، كما هو الحال في غرب أفريقيا وغرب الأمريكيتين.

إذا اتجه تيار من المنطقة الاستوائية نحو دوائر العرض العليا، فأنه يعتبر تياراً دافئاً ويسبب ارتفاعاً ملموساً في درجة حرارة الشواطيء التي يمر بها ويعمل على زيادة سقوط الأمطار، كما هو الحال في السواحل الشرقية للولايات المتحدة الأمريكية واليابان واستراليا.

٣- إذا اتجه تيار قطبي من الجهات القطبية نحو دائرة خط الاستواء، اعتبر تياراً قطبياً وساعد على خفض درجة حرارة مياه السواحل التي يمر بها، ويعمل على تجميدها، مثل تيار لبرادور الذي يسبب تجميد مياه خليج سانت لورنس بأمريكا الشمالية في فصل الشتاء.

٤- يعظم أثر التيارات المحيطية من الناحية المناخية، بصفة خاصة، إذا كانت تمر قريباً من الساحل وإذا كانت الرياح الهابة من المحيط نحو اليابس تمر فوق تلك التيارات، وخير مثال لذلك تيار الخليج الدافيء الذي يمر بالقرب من سواحل شمال غرب أوربا، حيث تعمل على رفع درجة الحرارة وزيادة الأمطار على مستوى أوربا كلها مما ساعد على أن تكون موانؤها مفتوحة طول العام.

٥- إذا تقابل تياران محيطان أحدهما دافيء والآخر بارد، فإنه يترتب على ذلك كثرة الضباب، كما هو الحال في شرق جزيرة نيوفوندلاند بأمريكا الشمالية وكما هو الحال أيضاً في شمال شرق اليابان، ويترتب على ذلك أيضاً خطورة الملاحة عند هذه الجهات، كما أن تقابل تيار دافيء بآخر قطبي بارد يترتب عليه ذوبان كثير من جبال الجليد الطافية، فيتصادف أن تصطدم بها بعض السفن فتتحطم أحياناً.

## أسئلة الفصل الثامن

١- كيف تختلف درجات الحرارة في مياه البحار والمحيطات بصورة عامة؟

٢- وضح العوامل التي تؤثر في درجة ملوحة مياه البحار والمحيطات مع ذكر بعض الأمثلة.

٣- ما أهم الأمور التي تؤثر على ألوان مياه البحار والمحيطات؟

٤- ما ألعوامل التي تؤثر في نسبة ما يجري على سطح الأرض من مياه الأمطار الساقطة؟

٥- ما مصادر المياه الجوفية بصورة عامة؟

٦- كيف تخرج المياه الجوفية إلى سطح الأرض في الآبار الارتوازية والينابيع؟ وما العوامل التي تساعد على ذلك؟

٧- ما أنواع البحيرات بصورة عامة؟

٨- ما أصناف البحار على سطح الأرض؟

٩- كيف يختلف البحر البلطي عن غيره من البحار؟

١٠- عرف كلاً مما يأتي وأعط أمثلة توضح ذلك:
الخلجان- الرياس- الفيوردات- المضايق.

١١- ما أثر التعرية الجليدية في تكوين الفيوردات؟

١٢- ما هو الرصيف القاري؟ وما أهميته؟

١٣- ما ألأمور التي تسبب حركة المياه في التيارات المحيطية؟

١٤- ما أهم الآثار الناتجة عن التيارات المحيطية في المناخ؟

١٥- ما أثر الخليج في حركة الملاحة وقيام الموانيء على السواحل الشمالية ا لغربية من أوربا؟

# الفصل التاسع

## الغلاف الصلب

### العوامل التي تؤثر في القشرة الأرضية

إن سطح القشرة الأرضية بأشكاله المختلفة من جبال وسهول ووديان..الخ غير ثابت، وأن مايحيط بنا من تلك الأشكال في تغير مستمر، فالمناظر الطبيعية التي نراها لم يرها من قبلنا آباؤنا وأجدادنا خلال العصور السابقة، وسوف لاتبقى كما هي الآن إلى الأبد، وذلك لأن أشكال التضاريس المختلفة تتعرض حال ظهورها فوق سطح الأرض لعدة عوامل، فالقمم تنكسر والوديان تمتلئ بالترسبات وقد ترتفع العوامل المؤثرة في سطح أجزاء أو تهبط بها إلى دون ما كانت عليه سابقاً، وقد يكون تأثير بعض العوامل التي تتعرض لها أشكال سطح الأرض ضئيلاً في حد ذاته، لكنه خلال الوقت الكافي يحدث آثاراً كبيرة، وهناك شواهد عديدة تؤكد هذا الأمر فبعض المدن مما كان يقع في وقت ما على شاطيء البحر تماماً أصبحت اليوم تقع بعيدة عنه بسبب تراجع سطح البحر بحيث تفصلها عنه أرض واسعة لم تكن موجودة من قبل، فمدينة (أور) كانت في أيام السومريين مرفأ بحرياً، بينما تبعد أطلالها الآن أكثر من (٢٠٠) كيلو متر عن ساحل الخليج، وهناك أمثلة لشواطيء البحر التي ارتفعت حيث يشاهد في جهات كثيرة من الجهات الساحلية ومن أمثلتها سواحل الخليج العربي عند أمارة الفجيرة قرب خورفكان حيث ارتفع الساحل بحدود٤٢ متراً مكوناً أربعة مدرجات بحرية في حين أن مناطق أخرى من العالم انخفض مستوى سطح البحر فيها مما أدى إلى تقدم البحر إلى مسافات على اليابس فقد شيد عند احد مصبات (المسيسيبي) مخزن للبضائع قبل حوالي (٢٥٠) سنة، أما اليوم، فأن مياه البحر تعلو ذلك المخزن بثلاث مترات تقريباً، هذا بالإضافة إلى انفصال بعض الجزر التي يعتقد أنها كانت قديماً جزء من القارات، كالجزر البريطانية وجزر اليابان وبعض جزر اندونيسيا، نرى مما تقدم إن الثبات، والاستقرار الذي يبدو لنا فيما حولنا من الظواهر الطبيعية، إنما هو ثبات واستقرار ظاهري فقط، والواقع أن سطح الأرض في تغير حثيث ومستمر، أما العوامل التي تؤثر في

أشكال سطح الأرض فيمكن تصنيفها بصورة عامة إلى صنفين رئيسيين هما:

١- العوامل الداخلية كحدوث الزلازل والبراكين والنافورات الحارة، وحركات القشرة الأرضية البطيئة.

٢- العوامل الخارجية كالتجويه والنحت والنقل والجو والرياح والمياه الجارية والثلاجات والأمواج البحرية.

يختلف الصنفان المتقدمان من حيث تأثيرهما، فبينما يقتصر أثر العوامل الخارجية على القسم العلوي من سطح القشرة الأرضية كتفتيت بعض القمم الجبلية ونحت الوديان والسفوح وتكوين بعض السهول والدالات، نجد من الجهة الثانية أن الصنف الثاني (العوامل الداخلية) أوسع أثراً، فحدوث الزلازل مثلاً يغير شكل مساحة واسعة من اليابس أو البحر، كما تحدث بسرعة تفوق سرعة تأثير العوامل الخارجية، ولولا أثر هذين الصنفين من العوامل التي ترفع أو تخفض بعض أجزاء القشرة الأرضية والعوامل الخارجية التي تنحت الصخور وتفتتها وتجرفها، لأصبح سطح الأرض سهلاً مستوياً ولغمرته مياه المحيطات ولما ظهرت الجبال والسهول والوديان وأشكال التضاريس الأرضية الأخرى.

## العوامل الداخلية

### ١- الزلازل

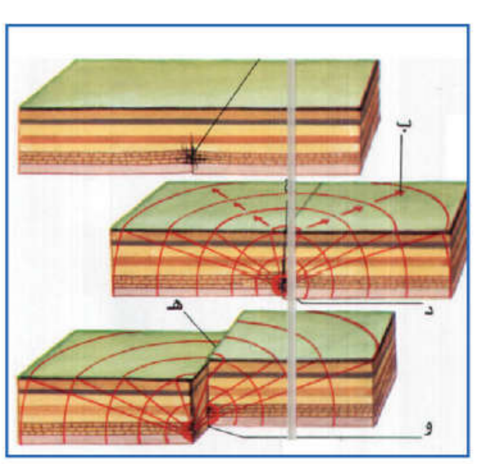
يمكن تعريف الزلازل (بأنها هزات أرضية سريعة وقصيرة المدى تنتاب بعض أجزاء القشرة الأرضية في فترات متقطعة من الزمن، وقد تكون هذه الهزات ضعيفة فلا يحس الإنسان بها، أو قد تكون عنيفة جداً فتحدث أضراراً كبيرة) تثير الزلازل رعب الناس وهلعهم لأنها تحدث فجأة فتهتز الأرض التي يأمن إليها الإنسان ويستقر عليها..الخ فتهتز فجأة من تحت قدميه مدمرة ممتلكاته ومودية بحياته، وكثيراً ماتحدث الشقوق والفجوات في سطح الأرض والعيون وتحول مجاري الأنهار أحياناً، بالإضافة إلى ما يصاحب الزلازل من الأصوات المرعبة والحرائق وتكاثف الأتربة في الجو، ومن أشهر الزلازل العنيفة قريبة العهد هو زلزال (نيوزيلاندة) سنة (١٨٧٧) وقد صحب ذلك حركة

في قشرة الأرض التي انشقت لمسافة (١٠٥) كيلومترات وارتفعت أحدى حافتي الشق بمقدار متر تقريباً، كما حدث في سنة١٨٩٧ زلزال آلاسكا المشهور وقد أدى هذا الزلزال الى ارتفاع الأرض في أقصى جنوب شبه جزيرة آلاسكا (١٥) متراً تقريباً، وفي عام ١٩٣٣ حدث زلزال (يوكوهاما) الذي أودى بحياة حوالي ربع مليون نسمة من اليابان، وقد تعرضت مدينة (أغادير) في المغرب عام (١٩٦٠) لزلزال عنيف دمر معظم المدينة، كما تعرضت الجهات الغربية لإيران في نفس السنة لزلزال عنيف أودى بحياة مئات الأنفس وقد سرى تأثير الزلازل إلى المنطقة الواقعة حول مدينة (شيراز) والمناطق القريبة من الخليج العربي، كما حدث زلزال في آلاسكا عام ١٩٦٤ حيث دمر جزءاً كبيراً من مدينة انكوراج بسبب انهيار وانسياب الكتل الأرضية كما عمل الزلزال موجات بحرية عملاقة مدمرة وصلت آثارها إلى جزر هاواي في منتصف المحيط الهادي.

## أسباب حدوث الزلازل:

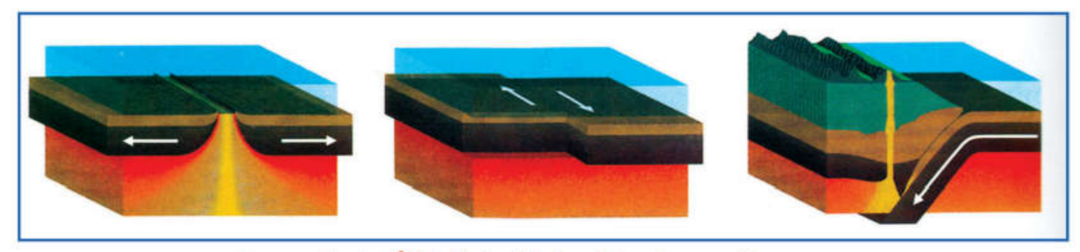
لعل من أهم أسباب حدوث الزلازل هي الصدوع والكسور التي تصيب القشرة الأرضية والتي تؤدي إلى احتكاك الأجسام الصخرية التي تؤلف الغلاف الصخري ببعضها بعضاً فيولد ذلك هزات تختلف في سرعتها وشدتها،

الزلزال والخطوات التي يمر فيها بصورة عامة، فالرسم (أ) يمثل حال طبقات الصخور عند وجود الضعف فيها قبل حدوث الانكسار ولتزايد الضغط من الجهة المحاذية لهذه المنطقة تضطر طبقات الصخور إلى أن تغير وضعها لكي تستطيع احتمال الضغط الواقع عليها كما هي الحال في الرسم (ب) وعندما يتعاظم الضغط ويزداد إلى حده الأقصى، بحيث لاتستطيع الطبقات تحمله يحدث الانكسار وحينئذ تزحف الصخور فجأة وتنتج الهزات الزلزالية، ويتوضح ذلك في المرحلة (جـ) من الشكل المذكور، ومن

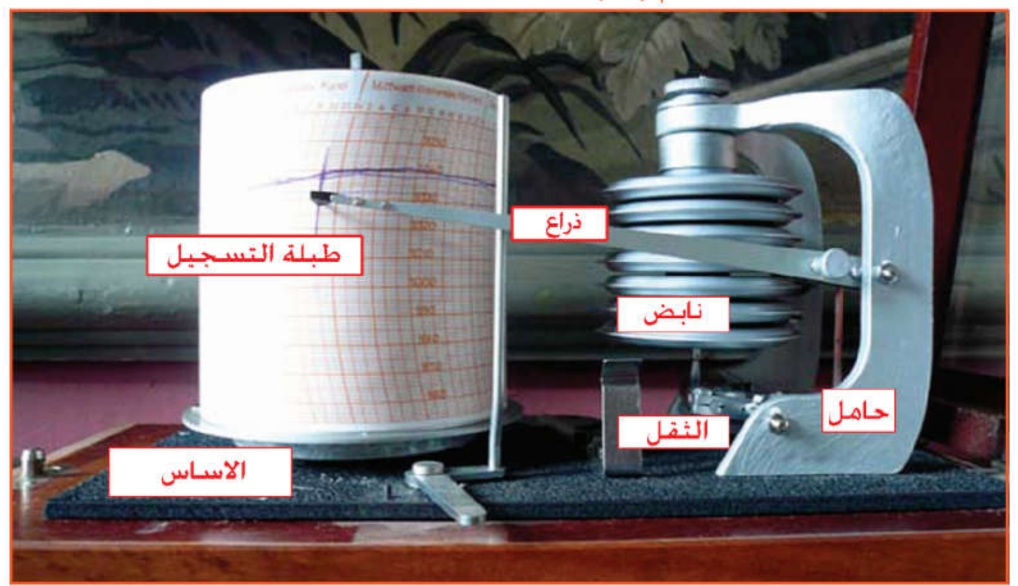


شكل رقم (٦٠) الحركةالزلزالية الافقية

الملاحظ أن الشكل ( ٦٠) يشير إلى حدوث الزلزال في طبقات صخرية أفقية، بينما يمثل الشكل ( ٦١ ) زلزال تتحرك فيه الصخور بصورة عمودية وافقية.



شكل رقم (٦١)الحركة الزلزالية الأفقية والعمودية




شكل رقم ( ٦٢): السايموكراف.

## أصناف الزلازل:

١- زلازل ناتجة عن الحركات الداخلية (التكتونية) وتحدث بصورة فجائية في المناطق التي تتعرض للانكسار والتصدع داخل القشرة الأرضية وأي عامل من عوامل ضعف القشرة الأرضية، ولهذا يرتبط حدوث الزلازل بمناطق الانكسارات ويعتبر هذا النوع من الزلازل أكثر الأنواع شيوعاً وانتشاراً، ويقصد بالتصدع أي كسر يصيب القشرة الأرضية وتصاحبه إزاحة.

٢- زلازل بركانية: وهي الزلازل التي ترتبط بالحركات الناجمة عن قوة انبثاق المواد المصهورة من البراكين، وقد تحدث في الجهات التي تنشط فيها البراكين أو في الجهات القريبة منها.

٣- زلازل باطنية عميقة (بلوتونية): وتوجد مراكز هذه الزلازل في أعماق سحيقة من باطن الأرض ولا تحدث هذه الزلازل آثاراً واضحة على سطح القشرة الأرضية.

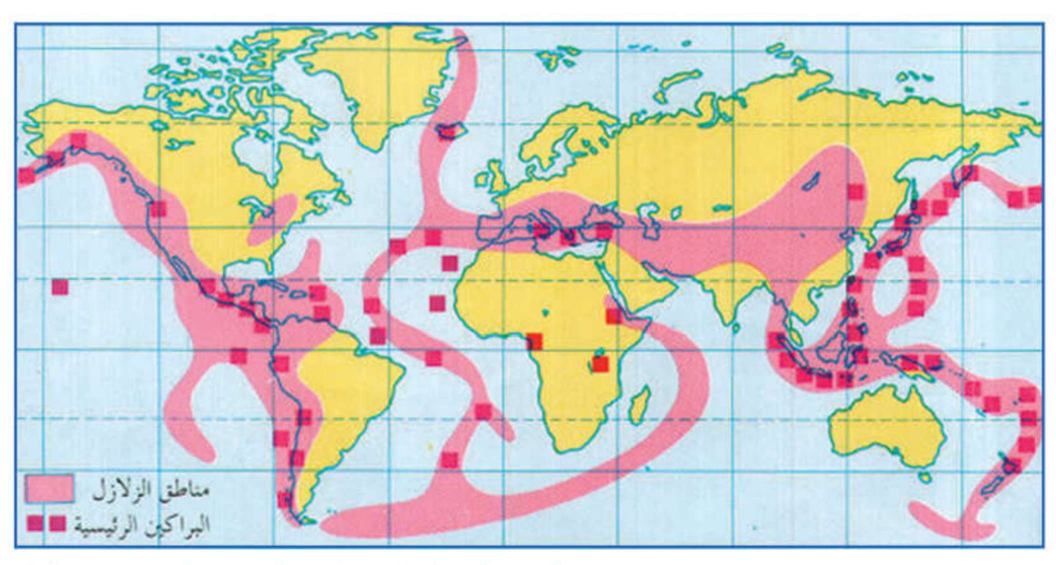
## كيف تقاس الزلازل:

تسمى الآلة التي تقيس الزلازل أو تخبر عنها السايموكراف، وتقوم هذه الآلة بتسجيل حدوث الزلازل وعدد الهزات التي ترافقها وقوة هذه الهزات، وتتألف من ثقل كبير على شكل كرة كبيرة ومعلقة بواسطة نابض حلزوني في طرف حمالة مثبتة في الأرض بأحكام، وهناك لوحة مثبتة بصورة أفقية على طرف الحمالة أسفل الثقل، وترتكز على اللوحة أسطوانة تدور بسرعة معينة إلى جانب الكرة الثقيلة، وتوضع عليها ورقة معلقة يثبت عليها مؤشر يلتصق بالكرة وفي رأسه قلم يرسم خطاً أفقياً على ورقة الأسطوانة الدوارة، فعند حدوث الزلزال تهتز الحمالة فجأة فتهتز معها الأسطوانة الدوارة، أما الكرة المعدنية فتبقى ساكنة لفترة قصيرة (بسبب ثقلها الكبير) وتعلقها بنابض وبذلك يرسم القلم متكسراً على ورقة الاسطوانة بحسب مرور الهزة الأرضية، وهناك أجهزة أخرى أكثر تعقيداً مما ذكرنا لتسجيل الحركة العمودية والأفقية للزلزال في آن واحد، والمقياس الشائع للاستعمال في الوقت الحاضر هو مقياس (رختر) المكون من عشر درجات.

## التوزيع الجغرافي للزلازل:

هناك رابطة وثيقة بين توزيع المناطق الزلزالية وبين وجود السلاسل الجبلية الالتوائية العظيمة على سطح الأرض، وذلك لأن مثل هذه الجهات هي نفسها مناطق ضعف وعدم ثبات في القشرة الأرضية بوجه عام، ومن دراسة خارطة توزيع المناطق الزلزالية في العالم يبدو أن هناك ثلاث مناطق رئيسية هي:

١- حزام المحيط الهادي حيث تحدث فيها حوالي (٦٠٪) من الهزات الزلزالية في العالم، والسبب في ذلك وجود المرتفعات الجبلية العظيمة على شواطئ المحيط الهادي إلى جانب الأعماق السحيقة التي تغطيها مياه المحيط الهادي.




شكل رقم (٦٣) المناطق الزلزالية والبراكين الرئيسة في العالم

٢- حزام الألب الذي يبدأ من جبال أطلس في المغرب العربي ماراً بجبال طوروس وجبال زاكروس ثم جبال هملايا.

٣- حزام مرتفعات أواسط المحيط كما في وسط المحيط الأطلسي.

## البراكين:

هي عبارة عن تراكم مادة الصهير التي تخرج من باطن الأرض عن طريق فتحة أو عدة فتحات، والبراكين الخامدة لا تخرج منها مادة الصهير قط، وتكون البراكين بصورة عامة على شكل مخروط قاعدته مستديرة تقريباً، أما جوانبه فمائلة يزداد انحدارها عند القمة، وتوجد في وسط البركان فوهة مستديرة تحيط بها حافات عالية إلا في بعض أقسامها حيث تتدفق منها الحمم البركانية، وقد تخرج الحمم البركانية من الشقوق والفتحات في الجوانب المائلة من البركان، أما القناة الرئيسية التي تصل بين فوهة البركان والجزء الباطني من القشرة الأرضية، والتي تمر منها المواد التي يقذفها البركان من الداخل إلى الفوهة فتسمى بـ (قصبة البركان)، وكثيراً ماتسد قصبة البركان نتيجة تصلب الحمم البركانية في داخلها، ولذلك فعندما يثور ألبركان مرة أخرى يحدث انفجاراً في القصبة، وقد يكون الانفجار عظيماً إلى درجة يتحطم معها رأس البركان وفوهته وجزء من البركان نفسه، وليست البراكين بأقل اثراً من الزلازل في

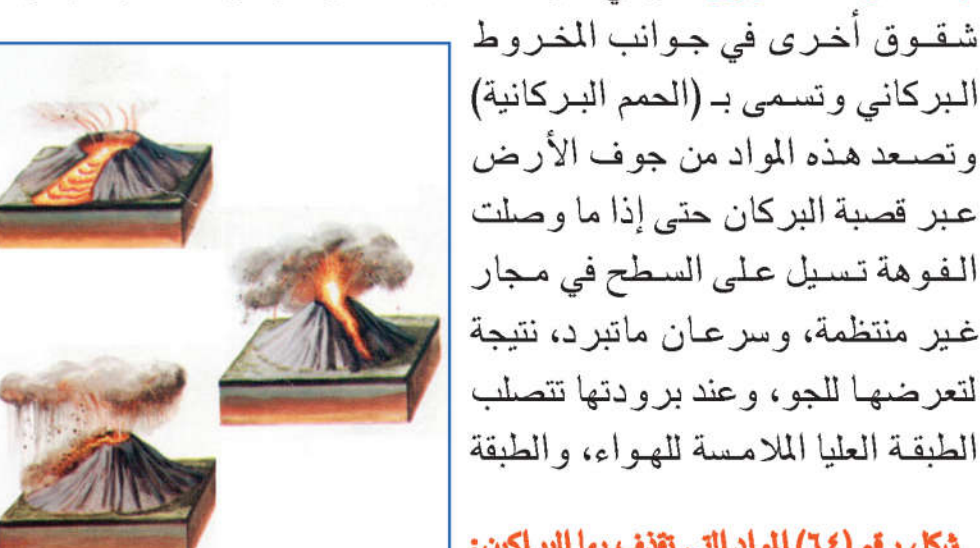
التدمير والتخريب وتغيير سطوح الأرض، وبالإضافة إلى ذلك فهي أسرع من الزلازل في إحداث كثير من أنواع التضاريس الأرضية الجديدة في الجهات التي تحدث فيها، ففي جنوب المكسيك مثلاً، نشأ عن ثورة البراكين تل بلغ ارتفاعه حوالي (٥٠) متراً في مدة لم تتجاوز الشهر، وقد أزال البركان الذي ثار في جزيرة كراكاتو في غرب جاوة ثلثي الجزيرة وذلك في ١٨٨٣.

## المواد التي تقذف بها البراكين:

**تخرج من البراكين مواد مختلفة يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع.**

**أ- المواد الصلبة** كالرماد البركاني والحجر البركاني، ويتألف الرماد البركاني من مواد معدنية تخرج من البراكين على شكل ذرات دقيقة صلبة تنتشر في الجو وكثيراً ما تترسب حول المخروط البركاني أو تحملها الرياح إلى مسافات بعيدة قبل هبوطها، وإذا تراكم الرماد البركاني في منطقة من المناطق ساعد على خصب أراضيها، ويرجع خصب أراضي بلاد اليمن وجزيرة جاوة على سبيل المثال، إلى تراكم ما على سطحها من الرماد البركاني في الأزمنة المتوالية، وتقذف البراكين إضافة إلى الرماد البركاني قطعاً من الأحجار متوسطة الحجم فتنتشر على جوانب المخروط البركاني، وتكون هذه المقذوفات في الغالب حلزونية الشكل،

**ب- المواد المصهورة:** وهي مواد معدنية تتدفق من فوهة البركان أو من شقوق أخرى في جوانب المخروط البركاني وتسمى بـ (الحمم البركانية) وتصعد هذه المواد من جوف الأرض عبر قصبة البركان حتى إذا ما وصلت الفوهة تسيل على السطح في مجار غير منتظمة، وسرعان ماتبرد، نتيجة لتعرضها للجو، وعند برودتها تتصلب الطبقة العليا الملامسة للهواء، والطبقة



شكل رقم (٦٤) المواد التي تقذف بها البراكين:

السفلى الملامسة للمخروط البركاني البارد نسبياً، أما الطبقة الوسطى فتبقى في حالة انصهار مدة أطول، فلا تتصلب إلا ببطء ولذلك نشاهد أن الطبقات العليا من الحمم البركانية زجاجية التركيب دقيقة البلورات، أما الطبقات الوسطى فأنها ذات بلورات خشنة.

**جـ- المواد الغازية:** مثل بخار الماء وغاز ثاني أوكسيد الكربون وغيرها، وتخرج هذه الغازات عند ثوران البراكين وحتى في حالة هدوء البركان أحياناً، وقد تنبعث بكميات هائلة بحيث تتكون منها سحب أو ضباب فتؤثر في الجهات المجاورة.

## أنواع البراكين:

من الواضح أن البراكين لا تبقى دائمة الثوران، فقد خمد الكثير منها وانتهى نشاطه وتوقف عن إخراج الغازات والمواد المنصهرة منذ زمن بعيد، وتحول إلى تلال أو جبال متفاوتة الارتفاع وتنتشر عليه الأشجار والنباتات الأخرى، كما يستقر عليها بصورة اعتيادية، وهناك أمثلة عديدة على (البراكين الخامدة) من هذا النوع تنتشر الآن في بلاد اليمن وبعض جهات وسط



شكل رقم ( ٦٥) عنق احد البراكين



شكل رقم ( ٦٦ ) فوهة احد البراكين الخامدة في وسط افريقيا

أفريقيا وغيرها، أما البراكين التي لاتزال تقذف بالأبخرة والغازات والمواد المصهورة من حين لآخر بعنف وقوة فهي من نوع البراكين النشطة كبركان (فوجي ياما) في اليابان وبركان (فيزوف) في ايطاليا، وهناك نوع ثالث من البراكين يقع موقعاً وسطاً بين النوعين السابقين (النوع الخامد والنوع النشط) ويسمى هذا النوع بـ (البراكين الهادئة)، فيكون البركان هادئاً لفترة معينة من الزمن قد تكون طويلة ثم يستعيد البركان قوته ويثور كالبراكين النشطة ليعود البركان بعدها إلى حالة الهدوء فترة طويلة تمتد إلى عشرات أو مئات السنين أحياناً، ومن أهم ألأمثلة على ذلك بركان (اثنا) في جزيرة صقلية.

ويجدر بنا أن نذكر أن خروج الطفح البركاني وتراكمه قد يحدث بهدوء وبالتدريج في بعض البراكين، ومن أمثلة هذا النموذج بركان (موتالوا في جزر هاواي)، وهناك براكين تثور بعنف وشدة ومن أوضح الأمثلة على ذلك بركان جزيرة (كراكاتوا) فقد أنفجر هذا البركان في سنة١٨٨٣، من غير علامة واضحة تنبيء عن قرب انفجاره، إلا أنه سرعان ما أنفجر بقوة هائلة فحطم الجزيرة إلى عدة قطع وقد صحب ثورانه حدوث أمواج بحرية عظيمة اشتدت في معظم أنحاء المحيط الهندي وخاصة على سواحل اندونيسيا فدمر حوالي (٣٠٠) قرية ساحلية، وقد قذف بالغبار إلى ارتفاع أكثر من (٢٥) كيلومتر في الجو فحملته الرياح وطافت به حول الأرض، فسبب مظاهر جذابة عند غروب شمس كل يوم لمدة طويلة وقد أدى انفجار بركان «مونت بيلي» في جزيرة مارتينك في البحر الكاريبي في عام (١٩٠٢) إلى تدمير مدينة (سانت بير) بأسرها وهلاك سكانها البالغ عددهم (٣٨) ألف نسمة.

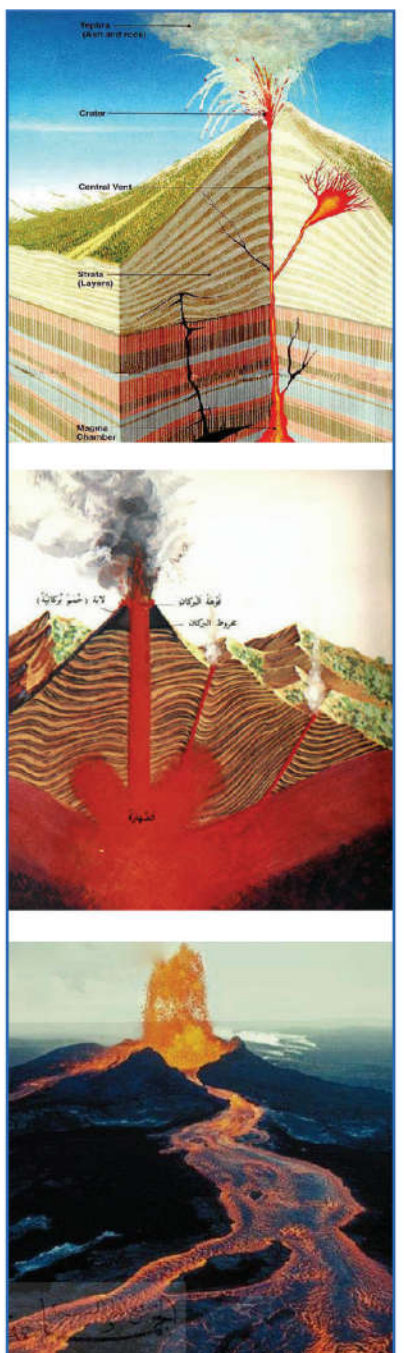
## التوزيع الجغرافي للبراكين في العالم:

تمتد مناطق البراكين في الغالب على طول السلاسل الجبلية العظيمة، وتقع أهم هذه المناطق على سواحل المحيط الهادي وفي جزره المتعددة، كما تظهر البراكين في المحيط الأطلسي في الجزر الواقعة بالقرب من السواحل الغربية لإفريقيا وفي جزيرة (ايسلانده)، وفي قارة آسيا كما هو الحال في اندونيسيا واليابان ولا تكاد تخلو منها قارة من القارات.

## أسباب ظهور البراكين:

أ- أسباب غير مباشرة: تتمثل في وجود العيوب ومناطق الانكسارات في القشرة الأرضية إلى المناطق التي تكون صخورها في وضع غير مستقر.

ب- أما السبب المباشر لثوران البركان فتوضحه بعض الآراء في أن انزلاق بعض أجزاء القشرة الأرضية على ماتحتها من المواد المصهورة يزيد الضغط على تلك المواد فيجعلها تصعد إلى أعلى من خلال الشقوق والانكسارات حتى تصل سطح الأرض، وهناك رأي آخر يقول بأن مياه البحر المجاورة تتسرب عن طريق الشقوق حتى تصل إلى مناطق عميقة في باطن الأرض، فترتفع درجة حرارتها وتتبخر، وفجأة تتفجر مما يؤدي إلى حدوث البركان، وهناك رأي ثالث يقول بأن الثوران ناتج عن تجمع الغازات المذابة في المواد المصهورة ثم انفجارها بعد بلوغها ضغطاً معيناً.





شكل رقم (٦٧)
مراحل ثوران البركان

## ٢- النافورات الحارة:

وهي فوهات في الأرض تقذف مياهاً ساخنة صاعدة إلى أعلى بين حين وآخر وتكون النافورات في الغالب على شكل مخروط يشبه البركان الصغير، ويوجد في أعلاه حوض يمتليء بالمياه لمعظم الوقت وفي وسط الحوض توجد فتحة النافورة التي تندفع منها المياه إلى أعلى بين فترة وأخرى، وتكون حرارة هذه المياه مرتفعة تصل إلى (٨٠) درجة مئوية أحياناً، ومما تقدم يمكن أن نوجز الأقسام التي تتألف منها النافورات بما يأتي:

١- حوض صغير حول فتحة النافورة تحيط به عادة بعض الترسبات المعدنية مما ترسبه المياه المتدفقة من فتحة النافورة.

٢- قناة أو شق في سطح الأرض يصل فوهة النافورة بالصخور الباطنية.

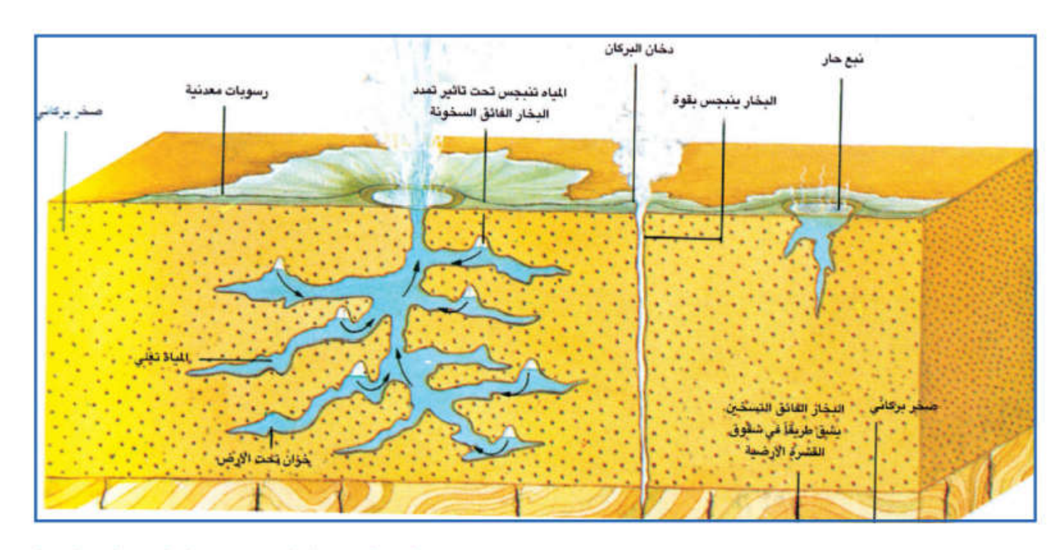
٣- صخور في داخل النافورة غالباً ما تتكون من بعض الحمم البركانية التي لم تبرد بعد.

٤- مستودعات كافية من المياه الباطنية في الداخل تزود قناة النافورة بالمياه بصورة دائمية.

وبعد هذا الوصف لأقسام النافورة يمكن أن نوضح بسهولة كيف تندفع المياه في النافورة إلى أعلى مرة بعد أخرى، فعندما تمتليء قناة النافورات بالمياه، تعمل



شكل رقم (٦٨) احدى النافورات الحارة




**شكل رقم (٦٩) مخطط لاحدى النافورات الحارة**

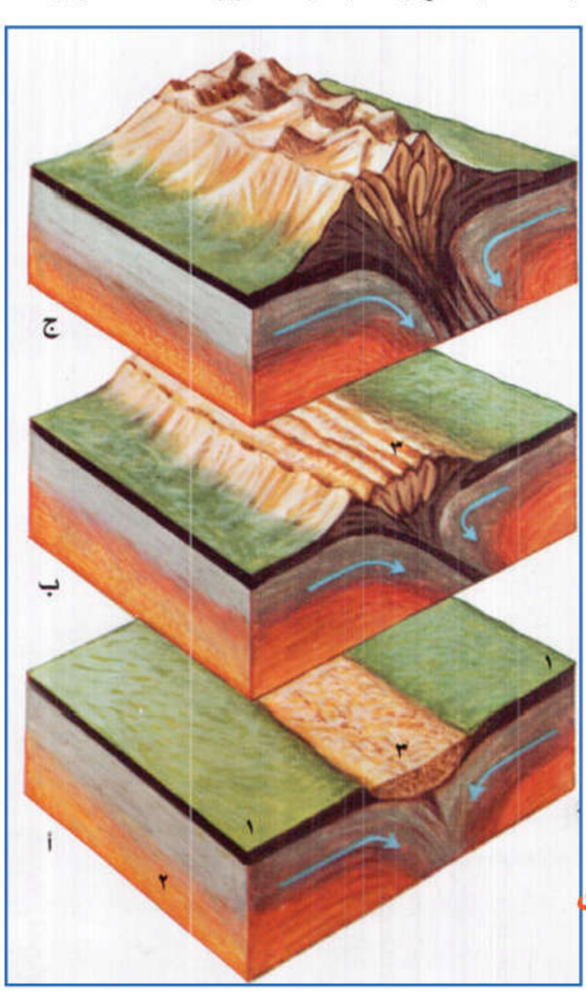
الصخور الحارة في الأسفل على تسخين المياه، وتنتقل الحرارة (بواسطة الحمل) إلى أقسام القناة العليا، فإذا كانت القناة قصيرة وخالية من العوارض، خرجت منها بهدوء مكونة ينبوعاً حاراً كينابيع حمام العليل قرب الموصل والعيون الحارة في هيت، أما إذا كانت القناة طويلة وفيها كثير من الالتواءات والعوارض التي تمنع سبيل المياه ولا تسمح لها بالخروج بسهولة، فأن حرارة المياه في أسفل القناة قد تبلغ درجة الغليان ولكنها لاتتحول إلى بخار بالنظر للضغط الواقع عليها بسبب وجود عمود المياه في القناة على أنه بازدياد الحرارة يتمدد الماء فيفور جزء منه عند فوهة النافورة، وبذلك يقل الضغط الواقع على ما بأسفلها من مياه فيستحيل فجأة إلى بخار فيطرد المياه التي تملأ القصبة إلى الفضاء بقوة، وبعد كشف هذه العملية تهدأ النافورة مدة قصيرة من الزمن نظراً لفراغ قصبتها من المياه، ثم يبدأ الماء بالتسرب إليها من جديد فتتكرر نفس العملية مرة ثانية وهكذا دواليك، وبالنظر إلى أن قصبة النافورة تحتاج إلى وقت معين من الزمن لتمتليء بالماء فأن ثورانها يكون عادة منتظماً، ويفصل بين كل ثوران وما يليه وقتاً محدوداً، ونظراً لانخفاض حرارة الحمم البركانية داخل النافورة مع الزمن، لذلك تطول الفترة الزمنية بين كل مرتين يندفع فيهما ماء النافورة، حتى تتحول النافورة في الأخير إلى ينبوع اعتيادي للمياه الحارة، ولهذا السبب فقد تلاشت أثناء العصور التاريخية كثير من النافورات، وتنتشر النافورات في

الغالب في الجهات التي تتعرض للبراكين خاصة في (نيوزلاند) وغرب الولايات المتحدة الأمريكية حيث يهرع إليها ألوف السياح للتمتع بمنظر المياه المتدفقة وللاستحمام فيها، أما نافورات جزيرة (آيسلاند) فطريفة جداً لوجودها في منطقة شديدة البرودة وتتساقط عليها الثلوج معظم أيام السنة.

## ٤- حركات القشرة الأرضية:

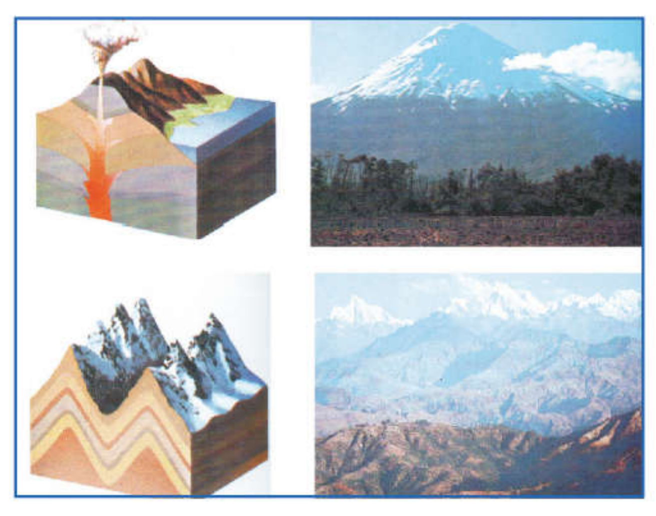
إن قشرة الأرض في حركة مستمرة، حيث تحدث فيها انكماشات والتواءات هنا وهناك فتغير المستوى العام لسطح الأرض، فترتفع بعض الجهات وتنخفض جهات أخرى وتتكون الجبال والهضاب والأحواض والوديان وغيرها من أنواع التضاريس المختلفة التي نشاهدها على سطح الأرض.

وتحدث حركات القشرة الأرضية، أما بصورة فجائية سريعة، كما مر بنا – الزلازل العنيفة– أو ببطء كبير فلا يشعر بها الإنسان مطلقاً، ولايمكن مشاهدة الآثار الناتجة عنها إلا بعد مضي آلاف السنين، وهناك أمثلة عديدة إلى حركات القشرة الأرضية بوضوح، فعند سواحل البحر الأحمر وخليج السويس مثلاً، توجد تكوينات بحرية تعود إلى الأزمنة الحديثة وهي عبارة عن مواد مرجانية كونتها الحيوانات البحرية في مياه البحر وتبدو هذه التكوينات في مستوى أعلى من مستوى سطح البحر، فوجودها في هذا المستوى




شكل رقم (٧٠) نماذج لحركات القشرة الأرضية

المرتفع يدل على أنها كانت في مستوى أقل من مستواها الحالي عند تكوينها ويدل هذا على أن الأرض ارتفعت في هذه الجهات بعد تكوين الرواسب المرجانية، ومن الأمثلة التي يستدل بها على هبوط الأرض عما كانت عليه مايراه المشاهد عند السواحل الجنوبية لبلاد السويد عند مدينة "مالمو" فقد هبطت هذه الجهات حتى غمرت مياه البحر شوارع المدينة، وهناك أمثلة تدل على تذبذب سطح الأرض في المستوى تارة ويرتفع تارة أخرى وتبدو هذه الظاهرة بوضوح في منطقة "نابولي" بايطاليا خصوصاً في منطقة معبد "سيراكوس" فترى بقايا الحيوانات البحرية عند قاعدة أعمدة المعبد، وهذا يدل على أن المياه قد غمرت أراضيه في وقت ما، ويعتقد بأن ارتفاع هذه المنطقة ثم هبوطها قد تكرر عدة مرات،إن أحسن الأمثلة التي تدل على عدم ثبات قشرة الأرض هو أن معظم طبقات القشرة الأرضية مكونة من تراكم أحجار جيرية فيما مضى من الأزمنة الجيولوجية فوق بعضها في قاع البحر ثم تأثرت بحركات الأرض بحيث أصبحت الآن من جراء ذلك جزءاً من اليابسة، وتحدث نتيجة لحركات القشرة الأرضية الالتواءات والانكسارات، وذلك عندما تتعرض بعض جهاتها لضغوط رأسية أو جانبية فتلتوي القشرة أو تنطوي وتكون الالتواءات عادة على نوعين، طية محدبة وطية مقعرة، فتكون سلاسل الجبال وبينها الوديان العظيمة، وقد تكون الالتواءات عنيفة بحيث تخترق عدة طبقات فيصاحبها الانكسار، ثم انزلاق أحد جانبي الكسر عن مستوى الجانب الآخر فيحدث الصدع، فتظهر أنواع أخرى من الجبال، مما سنشرحه في حينه.



شكل رقم ( ٧١ )
نماذج لحركات القشرة الارضية

## أسئلة الفصل التاسع ؟

١- أي الجهات أكثر تعرضاً للزلازل من غيرها؟

٢- ما الوسيلة التي نكشف بها عن حدوث الزلازل؟

٣- ما أنواع الزلازل؟ وما أسباب كل نوع؟

٤- اذكر بعض الأمثلة للزلازل التي حدثت أخيراً، وبين أي الجهات في العراق أكثر تعرضاً لها؟

٥- ما البراكين؟ وما المظاهر التي تصاحبها؟

٦- ما أنواع المواد التي تقذف بها البراكين عادة؟

٧- ماذا ينتج عن البراكين من تغيرات في سطح القشرة الأرضية؟ أعط أمثلة لذلك؟

٨- ما أنواع البراكين التي نجدها على سطح الأرض في الوقت الحاضر؟ وبماذا تختلف تلك الأنواع عن بعضها؟

٩- أين تنتشر البراكين في العالم؟ وما أسباب حدوثها بصورة عامة؟

١٠- ماذا نقصد بالنافورات الحارة؟ ومم تتألف؟

١١- لماذا تخرج مياه النافورات الحارة إلى أعلى بدفعات متتالية؟

١٢- لماذا تطول الفترة بين اندفاع المياه في النافورات الحارة مع مرور الزمن؟

١٣- يقول البعض أن أصل الينابيع الحارة، قد يكون نافورات حارة وضح ذلك؟

١٤- أكمل الجمل الاتية:

أ- الزلزال هو عبارة عن.............

ب- البركان هو عبارة.............

١٥- ضع علامة (صح) أمام الجملة الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام الجملة الخطأ.

أ- هنالك ثلاثة أحزمة للزلازل في العالم.

ب- عندما يحدث بركان يحدث زلزال.

جـ- ان حركة القشرة الارضية تؤدي الى تكون طيات محدبة فقط.

# الفصل العاشر

## العوامل التي تؤثر في القشرة الأرضية

تقوم هذه العوامل بتفتيت الصخور ونحتها ونقل المواد المتخلفة عنها من مكان الى آخر، كما أنها تعمل بصورة مشتركة فيتسلط عاملان أو أكثر على بقعة ما من اليابس حتى تتغير معالمها وتنتج عنها تضاريس أخرى جديدة تختلف في مظهرها عما كانت عليه اختلافاً كبيراً، وتشمل **العوامل الخارجية:**

**١- التجوية**

**٢- المياه الجوفية.**

**٣- الثلاجات.**

**٤- التيارات والامواج البحرية.**

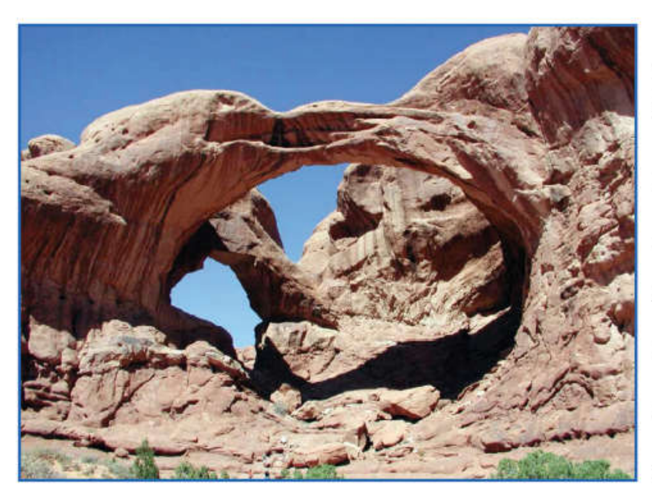
**٥- الانسان والأحياء الأخرى.**

**١- التجوية:**

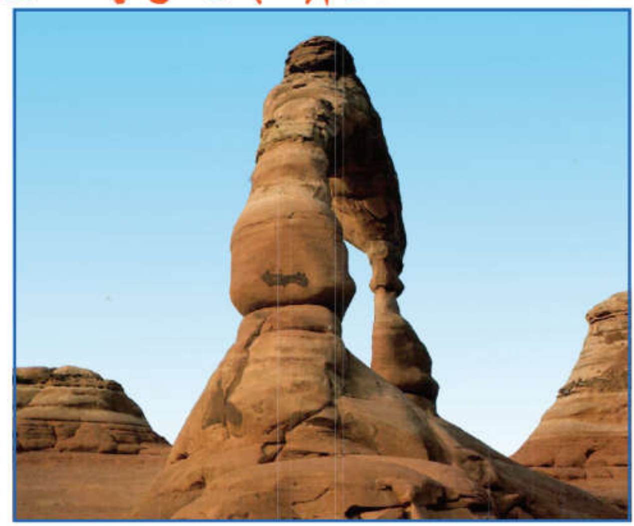
يتعرض سطح الأرض لتأثيرات عناصر المناخ المختلفة على نطاق واسع جداً، ولا تنجو من تأثيرات هذا العامل تقريباً، الا تلك المناطق المكسوة بغطاء نباتي كثيف - الأعشاب أو الغابات- أو المناطق التي يكسوها الجليد جميع أيام السنة، وكثيراً ما يعمل الجو والرياح سوية وبصورة متداخلة، فتتآكل الصخور (تتجوى)، وقد تمهد الحرارة والمطر السبيل أمام الرياح لتباشر عملها في تغيير معالم سطح الأرض، وعلى هذا النحو تتكسر الصخور وتتفتت بتأثير الحرارة- كما سنرى فيما بعد- فتأتي الرياح وتنقل تلك الفتات من الصخور وتستخدمها كمعاول فتنحت بها الصخور الأخرى وتغير معالمها، وعليه فمن الأفضل أن نوضح عمل كل عنصر من عناصر المناخ بصورة منفصلة لنلمس الأسلوب الذي يتم به ذلك العمل والآثار الناتجة عنه.

### أولاً- الجو:

يتم عمل الجو في تفتيت الصخور وتآكلها بطريقتين: الأولى ميكانيكية حيث تؤدي الى انفصال أجزاء الصخور دون التأثير على تكوينها المعدني، أما الطريقة الثانية فكيمياوية، حيث تتحلل الصخور ويتغير تركيبها المعدني.



شكل رقم ( ٧٢) اثر المناخ في الصخور

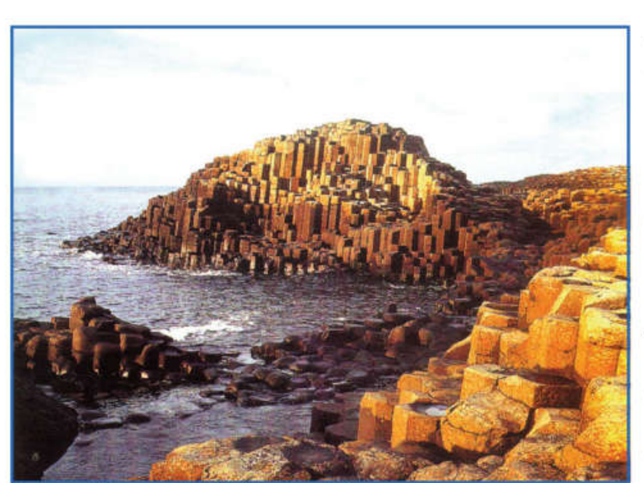


شكل رقم (٧٣ )اثر عمليات التجوية والتعرية في الصخور

التجوية الميكانيكية: تتعرض الصخور في الجهات الخالية من النبات لأشعة الشمس أثناء النهار فتسخن بسرعة، ثم يحصل العكس من ذلك بعد مغيب الشمس، ولما كانت الصخور قليلة التوصيل للحرارة، وتتألف من عدة مواد تختلف درجة تمددها عند التسخين لذلك فأن تكرار عملية التسخين والتبريد السريعة في الجهات الصحراوية ذات المناخ المتطرف يؤدي الى تكسر الصخور وتقشر سطوحها وتفتيتها بأستمرار وتظهر الشقوق عليها أحياناً، وتتأثر الصخور بالتجوية بشكل آخر، حيث يساعد دفء النهار أحياناً على إذابة الثلوج فتتسرب مياهها أو مياه الأمطار الى داخل الشقوق في الصخور، وعندما تنخفض الحرارة في بعض ليالي الشتاء شديدة البرودة تتحول تلك المياه في الشقوق الى جليد يضغط على الجوانب الملامسة له بقوة فتتفكك الصخور وتتكسر، وتختلف تأثيرات التجوية الميكانيكية بحسب طبيعة مناخ المناطق فهي واضحة نشطة في الجهات الجافة التي تتميز بحدوث التغيرات السريعة في درجات الحرارة اليومية وظهور المدى الحراري الكبير، ويساعد المناخ في العروض العليا وفي الجهات شديدة الارتفاع على نشاط تأثير الرطوبة بوساطة تكون الجليد داخل الشقوق، خصوصاً في الجهات التي تتغير فيها درجات الحرارة وتنخفض الى دون

التجمد، بينما لا يحدث ذلك في الجهات التي تتوالى فيها البرودة باستمرار كما وتساعد المنحدرات على تهيئة الظروف الملائمة لزيادة تأثير التجوية في الصخر حيث يعمل الانحدار على ازاحة المواد المفككة فيعرض الصخور للجو ثانية.

## التجوية الكيميائية:



شكل رقم (٧٤) التجوية الكيميائية

تعمل الرطوبة والامطار على تفكيك الصخور وتآكلها وذلك عن طريق الاذابة، خصوصاً بالنسبة للصخور التي تحوي مواد قابلة للذوبان، وكثيراً مايساعد وجود المسامات في الصخور على تسرب الرطوبة والمياه الى داخلها فتذيب المواد التي تعمل على التحام الصخور وتضعف تماسكها وتجعلها سهلة التفكك والنحت من قبل العوامل الاخرى، ولمياه الامطار تأثير واضح في بعض أنواع الصخور وخاصة الصخور الجيرية وذلك لان مياه الامطار تذيب أثناء سقوطها على سطح الأرض غاز ثاني أوكسيد الكاربون فتصبح طبيعتها حامضية ويزداد تأثيرها في الصخور مما يساعد على ظهور الشقوق والفجوات والكهوف أحياناً، وقد انتشرت لهذا السبب كثير من الكهوف في بعض جهات اقليم كوردستان العراق وذلك لوجود طبقات الصخور الجيرية هناك بكثرة، وتؤثر التجوية في بعض أنواع الصخور حيث يتحد غاز الأوكسجين مع بعض العناصر التي تتألف منها الصخور فتتكون الأكاسيد وهي قليلة الصلابة والمقاومة لعوامل التجوية، ويعتبر عنصر الحديد من أكثر العناصر تأثراً بهذه العملية ولذلك انتشرت أكاسيده على سطح الأرض بصورة واسعة،

شكل رقم ( ٧٥ ) التجوية

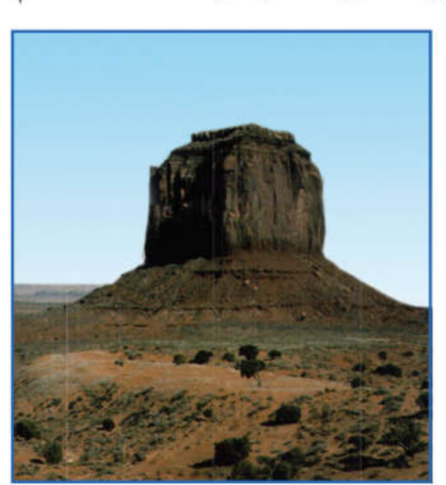
ومما يلاحظ على التاثيرات الكيميائية للجو أنها أنشط في الجهات الحارة الرطبة منها في الجهات الاخرى، وتعتبر الصخور النارية أكثر استجابة لتاثيرات الجو الكيميائية و بالاخص الاكسدة من الصخور الرسوبية، وما الصخور الرسوبية في الحقيقة سوى صخور نارية تعرضت لتأثيرات الجو وعوامل أخرى ثم عادت فتماسكت من جديد، فهي قليلة الاستجابة لتأثيرات الجو الكيمياوية ولعل الصخور الجيرية من أهم الصخور الرسوبية التي تتأثر بهذه الطريقة وعلى الأخص عن طريق الذوبان.

### ثانياً– الرياح:

للرياح آثار واضحة في معالم سطح الأرض الذي تهب عليه، خصوصاً في الجهات الخالية من الغطاء النباتي، ويمكن تصنيف عمل الرياح من حيث تأثيرها في سطح القشرة الأرضية الى ثلاثة أشكال هي:النحت والنقل والارساب.

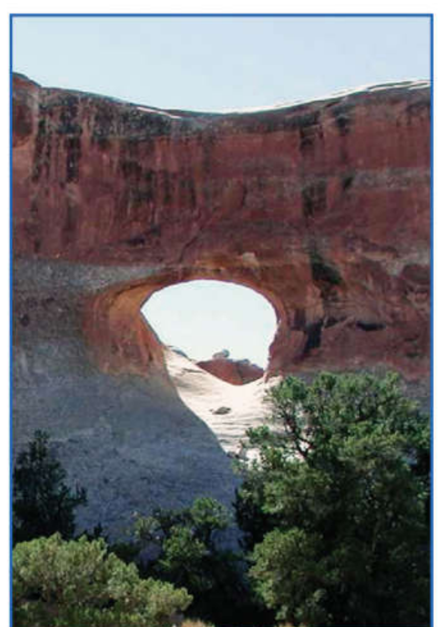
#### أ– الرياح كعامل من عوامل النحت

وتتوقف قابلية الرياح على حمل الذرات الصلبة، وعلى شدة هبوبها، فإن هي هبت بقوة استطاعت حمل الذرات الصلبة، وعلى شدة هبوبها، فإن هبت بقوة استطاعت حمل الذرات الكبيرة وفتات الصخور واستطاعت ان تنحت الصخور التي تمر بها مهما كانت درجة صلابتها، تاركة فيها آثاراً واضحة، أما أهم العوامل التي تؤثر في قوة الرياح في النحت فهي: مقدار ما تحمله الرياح من الذرات الصلبة وحجم تلك الذرات وطبيعة الصخور التي تمر بها، من حيث صلابتها وكيفية مواجهتها للرياح وشدة هبوب الرياح نفسها، وخلو سطح الأرض من الغطاء النباتي، وعلى هذا الأساس فأن أوسع مجال لعمل الرياح هي الجهات الصحراوية حيث تكون مكشوفة أمام الرياح لقلة الغطاء النباتي، كما تحمل الرياح الذرات الصلبة، فتنحت في الصخور بقوة مكونة



شكل رقم (٧٦) اثر الرياح في الصخور

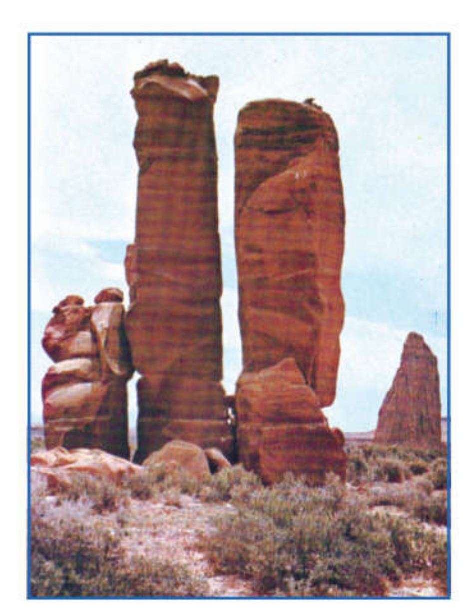
أشكالاً متنوعة، فإذا ما كانت الصخور صلبة في الأجزاء العليا ولينة في الأجزاء السفلى، قامت الرياح بنحت السفلى أكثر من الأجزاء العليا مكونة ما يشبه الموائد في شكلها، أما اذا كانت الصخور الصلبة في الأسفل فأن الأشكال التي تنتج عن نحت الرياح لها تكون أشبه بالمخروط، وقد تتعاقب الصخور اللينة والصلبة بعضها فوق بعض مما يساعد على تكوين أشكال طريفة أشبه بالمعابد الصينية ولما كانت الرياح القريبة من سطح الأرض تستطيع حمل ذرات الرمل الكبيرة بكثرة فإن قوتها في النحت تزداد على الاقسام الواطئة من التلول المواجهة للرياح فتنحت فيها الكهوف وتترك آثاراً واضحة.



شكل رقم (٧٧)
قوس طبيعي تعاونت عناصر المناخ على نحته

## ٢- النقل بفعل الرياح:

تقوم الرياح بنقل الأتربة والرمال وفتات الصخور من مكان الى آخر، كما تحمل ماتقذفه البراكين من الرمال وتنقله الى مسافات متفاوتة في البعد بالنسبة لقوتها وحجم الذرات التي تحملها، وعليه فإن عمل الرياح كواسطة للنقل لا يقتصر على الجهات الصحراوية الجافة فقط، بل يشمل جميع المناطق التي تتيسر فيها المواد القابلة للحمل حتى الجهات الساحلية حيث تقوم الرياح بنقل الرمل الذي تقذفه الأمواج عند المد، وكثيراً ما تحمل الرياح الأتربة وتنقلها الى مسافات بعيدة



شكل رقم (٧٨)
اثر الرياح في نحت الصخور

على شكل سحب من الغبار تتعرض لها الجهات القريبة من الصحارى عادة، ويتعرض العراق لكثير من العواصف الترابية نسميها (العجاج) وتتعرض بعض جهات جنوب أوربا لرياح من هذا القبيل حيث تقوم الرياح بنقل ذرات التراب من شمال افريقيا فتعبر بها البحر المتوسط فتزداد رطوبتها وعندما تهب على جنوب ايطاليا وجنوب فرنسا تسقط الأمطار الممزوجة بتلك الذرات الترابية ذات اللون الأحمر فتكتسي بها المباني.

## الارساب:

لا تبقى الرياح سواء كانت هابة على جهات جافة أو رطبة حاملة ذرات الرمال وغيرها بصورة مستمرة، بل تأخذ بترسيبها عندما تضعف قوتها أو عندما يعارض سبيلها عائق، سواء كان ذلك على شكل صخور بارزة على سطح الأرض أو شجيرات وغيرها، فتترسب الأتربة والرمال حول ذلك المانع مكونة بعض المظاهر التضاريسية تعرف بـ (الكثبان الرملية)، والكثبان الرملية تلول صغيرة من الرمال المتراكمة يتراوح ارتفاعها بين المتر الواحد الى عشرات الأمتار أحياناً، ويكون الكثيب الرملي عادة على شكل هلال يتجه جانبه المحدب نحو الجهة التي تأتي منها الريح، أما أطرافه السائبة فتتجه مع الريح،



شكل (٧٩) مجموعة من الكثبان الرملية

وذلك لأن ترسيب الرمال يقل كلما ابتعدت الريح عن مركز المانع الذي تتجمع عنده الرمال، وللكثيب الرملي جانبان، يواجه أحدهما الرياح فيكون قليل الانحدار بسبب كثرة مايترسب عليه من الرمال، بينما يكون الجانب الثاني للكثيب- المعاكس لهبوب الرياح- أكثر انحداراً من الجانب الأول، على أن درجة الانحدار هذه ليست كبيرة جداً والا انهارت بفعل الجاذبية الأرضية، ولاتبقى الكثبان الرملية في الصحارى ثابتة في أماكنها طول السنة، بل كثيراً ماتغير مواضعها واتجاهاتها بحسب تغير هبوب الرياح، مما يجعل الاستدلال على الطرق في الجهات الصحراوية صعباً أحياناً، ولا يقتصر تكون الكثبان الرملية على الجهات الصحراوية، بل يتعداه الى بعض الجهات الساحلية أحياناً، وفي هذه الحالة تتضافر جهود الرياح والأمواج بدفع وحمل الرمال والحصى والحبيبات الصغيرة من المواد المفتتة نحو الساحل أثناء المد، وعند الجزر تنحسر

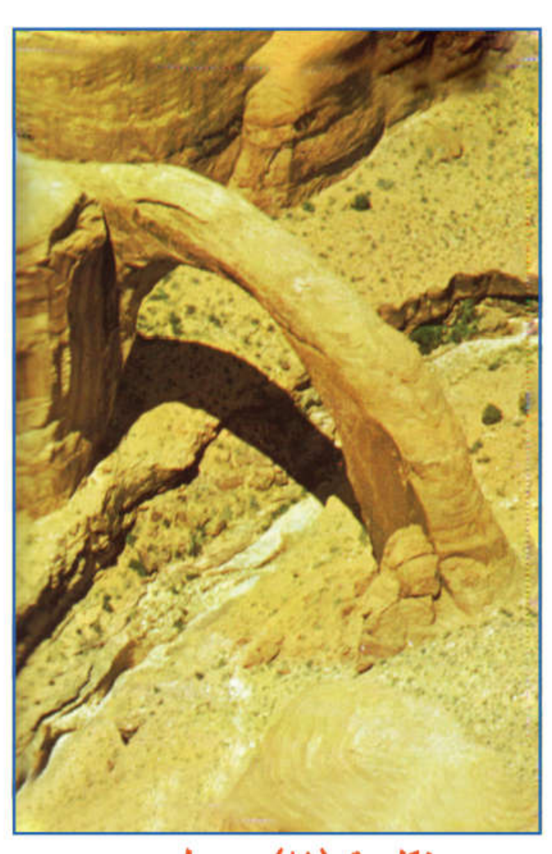



شكل رقم (٨٠) مخطط يشير الى اتجاه الرياح في تكوين الكثبان الرملية

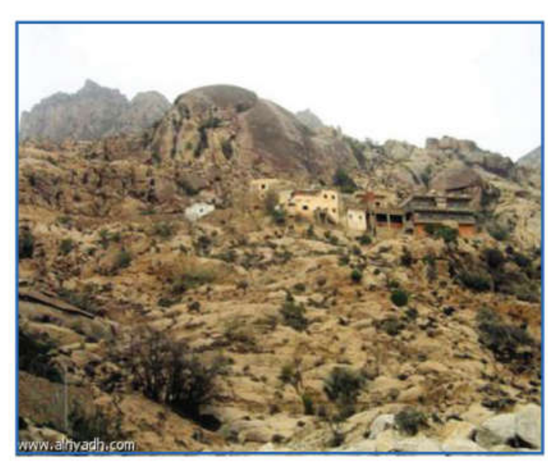
المياه على الساحل تاركة وراءها الرمال والمواد الأخرى التي سرعان ما تجف وتصبح عرضة للحمل من قبل الرياح الهابة من البحر بأتجاه اليابس فتتراكم الرمال حتى تظهر على شكل كثبان تمتد بمحاذاة الساحل الى مسافات بعيدة، كما هي الحال في الكثبان الرملية على سواحل هولندا وبلجيكا والدانمارك وبعض الكثبان الصغيرة على سواحل الخليج العربي، وتختلف الكثبان الساحلية عن الكثبان الصحراوية، حيث أنها أصغر حجماً في الغالب لقلة المواد التي تغذيها، وأنها أكثر ثباتاً فلا تنتقل أو تغير مواضعها، وكثيراً ماتنمو عليها الاعشاب والنباتات الأخرى فتساعد على تثبيتها في أماكنها وقد عمد الهولنديون الى تشجير الكثبان الساحلية واتخاذها كسدود أحياناً لحفظ أراضيهم من طغيان البحر وتجاوزه.

### ٣- المياه الجارية

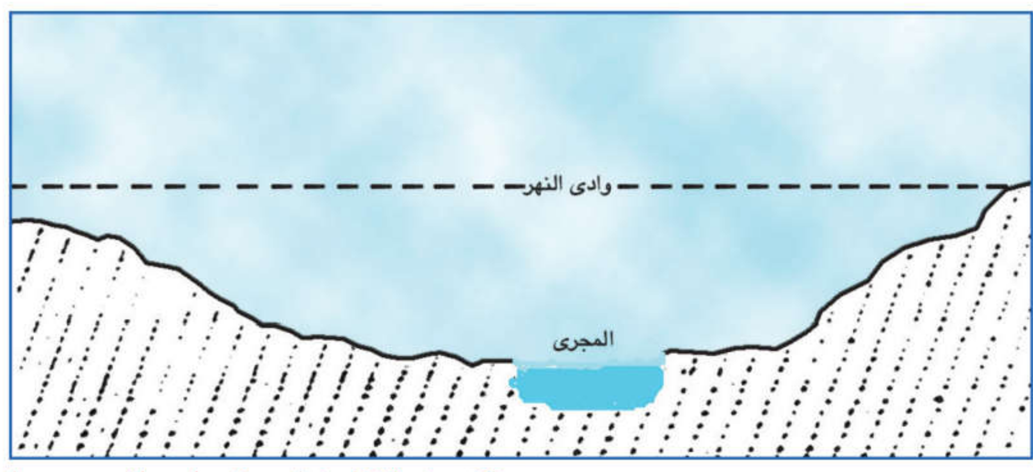
تجري المياه على سطح الأرض بأشكال مختلفة، فقد تكون سيولاً اثر سقوط الأمطار، أو جداول صغيرة تجري لفترة من السنة، أو أنهاراً دائمية، ومهما أختلفت أشكال المياه الجارية فأنها تؤثر في السطح الذي



شكل رقم (٨١) جسر طبيعي كونته الرياح وعوامل التجوية

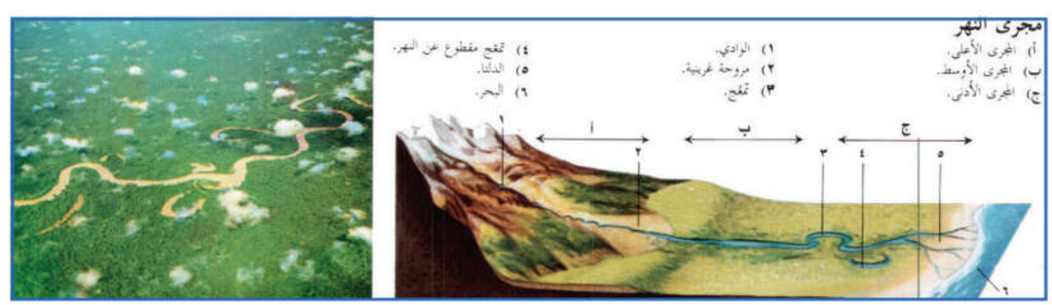



شكل رقم (٨٢) عملت الرياح على تكوين هذه الاشكال الغريبة من الصخور وقد ساعد على ذلك جفاف جو المنطقة




شكل رقم (٨٣) مقطع يمثل وادي النهر ومجراه

تجري عليه بوضوح وتفوق المياه الجارية بعض العوامل الظاهرية الأخرى من حيث الآثار التي تحدثها، وذلك لأن عملها يشمل أجزاء الأرض تقريباً باستثناء المناطق دائمة الانجماد، وينتشر تأثير المياه الجارية على معظم اليابس من العالم ولا تستثنى من ذلك الجهات الصحراوية الجافة حيث تتعرض تلك الجهات أحياناً لأمطار تسقط عليها فجأة على أثرها السيول العارمة وتغير في السطح الذي تجري عليه، ومهما بلغت السيول من القوة فأنها لا تفوق في عملها الأنهار الدائمة، وذلك لأن السيول تجري عادة لمسافة قصيرة ثم تختفي، ولابد لنا قبل الكلام عن كيفية تأثير الانهار في السطح الذي تجري عليه أن نوضح بعض المصطلحات والحقائق مما يخص عمل النهر، ومن أهم تلك المصطلحات هي «حوض النهر» ويقصد به جميع الأراضي السطحية الى النهر مباشرة أو بعض روافده، وعلى هذا النحو فأن حوض دجلة مثلاً يشمل الأراضي المحيطة من




شكل رقم (٨٤)مراحل تكوين سهل فيضي

نقطـة التقـائه بالفرات حـتى منابـعه ومنابع تـوابعه في تركـيا وايران أما «وادي النـهر) فيشمل الأراضـي المنخفضة مما يقع على جانبي النهر نفسه، ويسمى الجزء الذي يجري فيه مـاء النهر مبـاشرة بـ «المجرى» وتتوقف قـابلية النهـر في تغيير السطح الـذي يجري عـليه عـلى قوة الـنهر نـفسه، ويـؤثر في ذلك عـاملان هما: (١- كمية المياه الجارية في النهر ٢- سرعة جريان المياه)، فكلما كانت مياه النهر وفيرة سـريعة الجريان ازدادت قـوة النهر في تغـيير السطح الـذي يجري عليه، وهـناك عـدة عوامل تـؤثر في كل من كـميـة المـيـاه في الـنـهر وسـرعة جـريانـها، فـطبـيـعة المنـاخ الـذي يسـود المنـطقـة من حـيث غزارة الأمـطار وكـميـة الثـلوج المتراكـمة واختلاف درجـات الحرارة ودرجـة التبـخر وكثـافة الـنبات الطـبيعي ونوعية الصخور التي تجري عليها المياه كل ذلك يؤثر في كمية المياه التي تجري في النهر من حـيث وفرتها أو قلتها، أمـا شدة انحدار المجرى وضيق وادي النهر وغزارة مياهه وحـمولته من المواد العالـقة فيه فأنها تؤثـر في سرعة جريان مياه النهر.

### عمل النهر:

يمكن تصنيف عمل النهر من حيث تغيير سطح الأرض إلى ثلاثة أشكال هي:

**١- النحت.**

**٢- النقل.**

**٣- الإرساب.**

١- النـحت: تعـمل مـيـاه الأنهـار على تفـتيت وإذابـة وحفـر الأرض التي تجري عليها بالتدريج، وتتمكن مياه النهر من انجاز عملها هذا بعدة وسائل هي:

أ- سرعـة تيـار الـنهـر نفسه حيث ترتطم المياه بألاجزاء التي تمر فوقها فتؤثر فيها.

ب- المواد الـصـلـبة الـتي يـحمـلـها الـنـهـر كـذرات الـرمل وقـطع الصخـور الصغـيرة التي تحتك بقـاع المجرى وجـوانبه فتنحت



شكل رقم (٨٥) وادي نهر كولورادو

فيها وتغيرهما ويستعملها النهر كمعاول للهدم.

جـ- المواد الذائبة في النهر إذ تعمل على تحليل الصخور كيمياوياً بصورة تدريجية حتى تغير معالمها.

د- طبيعة الصخور التي يجري عليها النهر من حيث صلابتها وقابليتها للذوبان والتحليل.

## المظاهر الناتجة عن النحت النهري:

تنتج عن نحت المياه للصخور وتآكلها عدة مظاهر في القشرة الأرضية، ومن أهم تلك المظاهر:

**١- توسيع النهر لواديه:** تكون وديان الأنهار في أول نشأتها في العادة عميقة وذات جوانب حادة وذلك لأن قوة النهر في الحفر والنحت تتركز في بطن الوادي لا على جوانبه، وكلما تقدم نحو المصب وأبتعد عن منابعه يضعف تياره وتقل قوته في الحفر فيبرز آنذاك أثر التعرية الجانبية في الوادي، حيث تتآكل الجوانب وتتعرى خصوصاً بفعل مياه الأمطار والسيول التي تجرف أمامها ما تصادفه من التربة وفتات الصخور، إضافة إلى ارتطام مياه النهر نفسه، عند كل فيضان، في الجرف المطل على الوادي أو جوانبه، وبذلك يتسع وادي النهر باستمرار أما المناطق الجافة قليلة الأمطار، فأن جوانب الوادي تبقى على حالها ويصبح الوادي ضيقاً وذلك لأن عمل النهر يقتصر على حفر طبقات الصخور التي يجري فوقها مباشرة، ولا يؤثر في الصخور الجانبية إلا قليلاً وبذلك يزداد عمق الوادي مع الزمن وتبقى المسافة بين جوانبه من أعلى قليلة خصوصا عندما تكون طبقات الصخور كلسية حيث يسهل نحت النهر فيها وتسمى الوديان العميقة العنيفة من هذا النوع بـ «الخوانق» ومن أشهر الأمثلة على ذلك وادي نهر «كولورادو» في غرب الولايات المتحدة الأمريكية حيث يبلغ طول الخانق حوالي (٥٠٠) كيلومتراً ويزيد عمقه في بعض جهاته على الكيلومتر، وقد كون نهر الفرات شمال غرب العراق وادي من هذا القبيل وعلى مقياس صغير وذلك بين «عنه والرمادي» حيث يمر نهر الفرات في منطقة صحراوية جافة فأقتصر عمله على حفر المجرى وتعميقه، أما جوانب الوادي فقد بقيت على حالها وبذلك أصبح النهر يجري في واد ضيق عميق نسبياً.

٢- **المنعطفات النهرية** وتكون البحيرات الهلالية: تنثني الأنهار في جهات كثيرة من مجاريها وتزداد الانثناءات [١٥] بصورة خاصة في مجاري الأنهار الوسطى والسفلى حيث يقل انحدار الأرض التي يجري عليها النهر فتقل سرعته وحتى يستمر جريانه، لابد له من الانثناء لتكون للمياه قوة ذاتية تدفعه، مما يساعد على استمرار جريانه وبذلك تنشأ المنعطفات [١٦] النهرية، وبذلك تتكون في النهر تحدبات وتقعرات كما في الشكل (٨٦ ) ويختلف عمل الماء في كل منها، فعلى الضفاف «المحدبة» يقوم النهر بالترسيب ويتجمع الطمي تدريجياً وذلك لأن تياره يبطيء عند الضفاف، على حين يجري تيار النهر قدماً ويرتطم بالجرف عند الضفاف «المقعرة» المقابلة لها، وبدلاً من الترسيب يقوم النهر بنحت تلك الضفاف وتآكل الجروف، ويشق النهر طريقه فيها مستقيماً سنة بعد أخرى حتى يلتقي أخيراً بالمجرى عند الانثناء الآخر في حين تتجمع الترسبات في مدخل المجرى السابق وتسده وينقطع النهر عن الجريان فيه الا في بعض الفيضانات العالية، فيكون هذا القسم من المجرى بحيرة صغيرة مقطوعة عن المجرى السابق أشبه بحدوة الفرس يطلق عليها «بحيرة هلالية» وتتزود البحيرات بالمياه عند كل فيضان، كما تتسرب إليها مياه النزيز، وبمرور الزمن تمتليء البحيرات الهلالية بالترسبات تزول نهائياً .



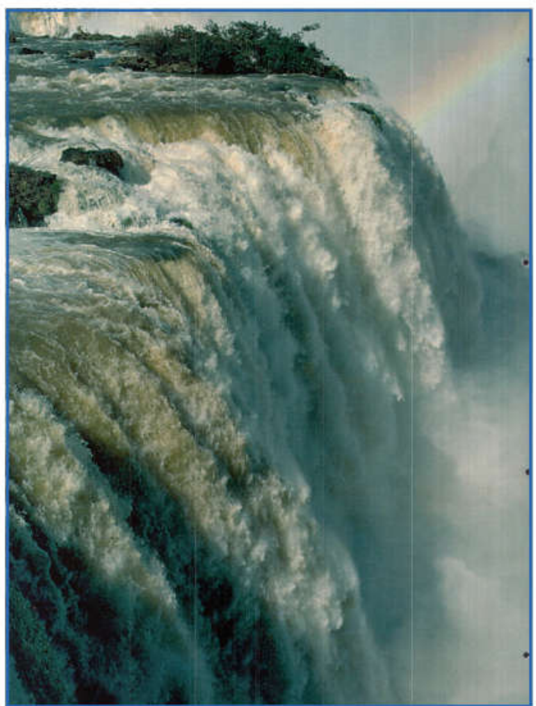
شكل رقم (٨٦) احدى الالتواءات النهرية



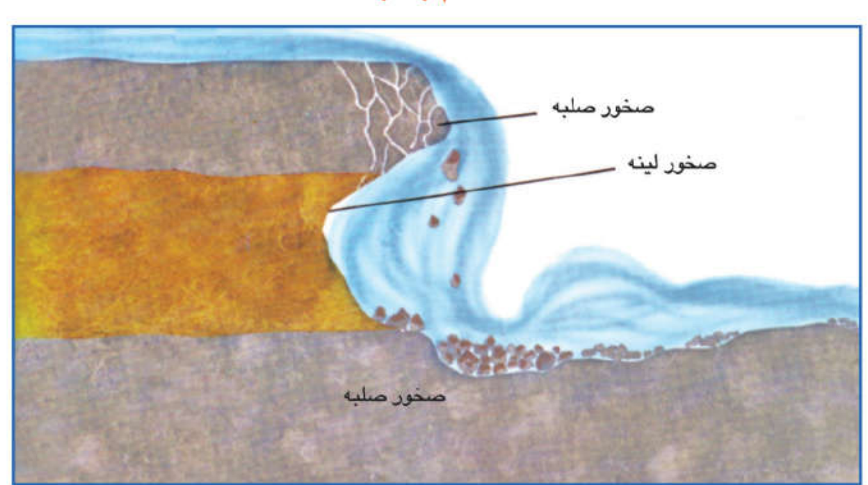
**شكل (٨٧) لاحظ كيف تتجمع الرسوبيات على الضفاف التي يدور عندها النهر بينما تتآكل الجروف على الضفاف المقابلة لها لاصطدام تيار النهر بها.**

**٣- الأسر النهري:** إن استمرار الأنهار في حفر مجاريها وتعميقها،خصوصاً في مجاريها العليا، يؤدي من غير شك إلى تآكل تلك المجاري وهبوط قيعانها، ويستمر هذا الهبوط في المجرى متقدماً نحو المنابع، وعلى قدر مايكون النهر نشيطاً في الحفر يتراجع مجراه حتى يقترب من منابع أحد الأنهار في تلك المنطقة فيشتبك معه ويسحب منه مياهه، وذلك لأن المياه تتجه عند انحدارها نحو الأراضي الأكثر انخفاضاً، فيصبح النهر الضعيف ذي الوادي المرتفع آنذاك تابعاً للنهر لأن واديه أوطأ وأكثر انحداراً من الأول، ويسمى النهر الأول بـ «النهر المأسور» بينما يسمى الثاني بـ (النهر الآسر».

**٤- الشلالات:** تتكون الشلالات في وديان الأنهار نتيجة للاختلاف في قوة الصخور التي يجري عليها النهر، فعندما يترك النهر طبقات الصخور القوية وينتقل إلى أخرى ضعيفة، فأنه ينحت في الأخيرة بدرجة أكبر محدثاً فيها هبوطاً فجائياً تتساقط عنده المياه على شكل شلال، وقد يحدث أن ترتكز طبقات الصخور الصلبة التي يسقط عندها الماء على طبقات أخرى أضعف منها فتتآكل باستمرار وتبقى الصخور الصلبة فوقها معلقة حتى تضعف فتنهار ويتقهقر موقع

شكل رقم (٨٨) الشلالات




شكل رقم (٨٩) تراجع خط سقوط المياه في الشلالات

سقوط المياه في الشلال مرة بعد أخرى باتجاه المنابع، ومن أوضح الأمثلة على هذا النوع من الشلالات هو شلال كلي علي بك وشلال (نياكارا).

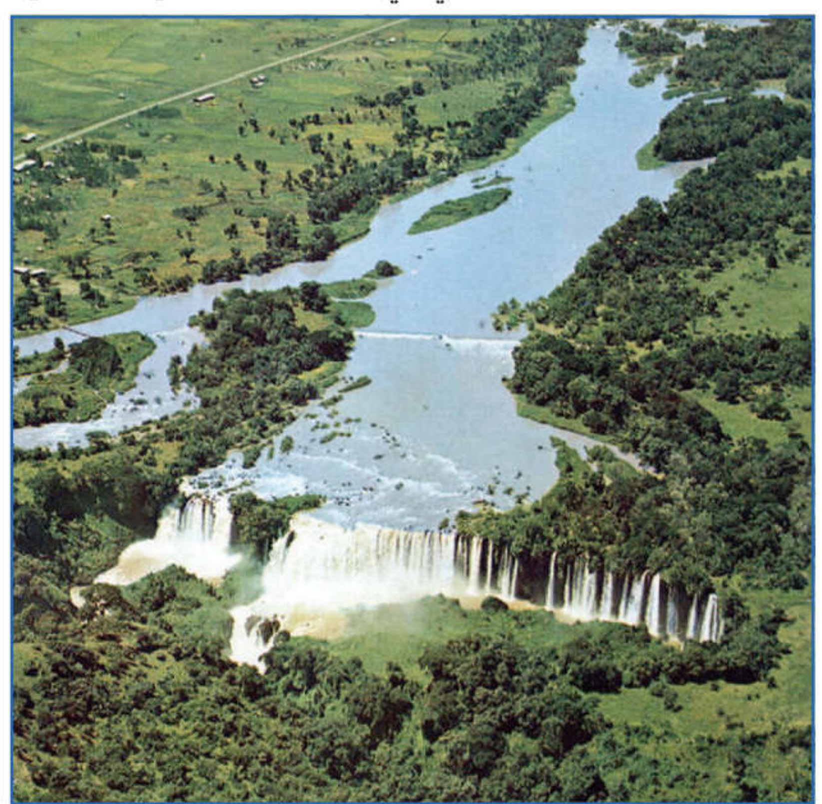
٢- **النقل:** لاتخلو مياه الأنهار من المواد الغريبة إلا نادراً، وتحمل الأنهار تلك المواد بأحد الطرق الاتية:

أ- كمواد عالقة حيث تساعد حركة مياه النهر على حمل الذرات الناعمة، وكلما كان تيار النهر سريعاً ازدادت قدرته على حمل المواد العالقة وهذا ما نلاحظه عند الفيضان حيث تكون مياه الأنهار عكرة وتتلون حسب لون المواد التي تحملها، فيكون لون المياه في دجلة والفرات أقرب إلى الاحمرار بينما يكون لون المياه في النيل قريباً من اللون البني الداكن [١٧]

ب- عن طريق الإذابة، ويقتصر ذلك على المواد القابلة للذوبان كالأملاح بصورة خاصة.

جـ- دفع المواد ودحرجتها على قعر المجرى عندما لايستطيع النهر حملها في تياره بسبب كبر حجمها كقطع الصخور والحصى وذرات الرمل الخشنة فتحتك بعضها ببعض فتأخذ شكلاً مستديراً وتنفصل جوانبها، كما نلاحظ ذلك في أنواع الحصى [١٨].

**٣- الإرساب:** لايستطيع النهر حمل المواد التي يكتسحها من مجاريه العليا بصورة مستمرة، بل سرعان ما يلقي في أقسامه الوسطى والسفلى حيث يقل



شكل رقم ( ٩٠) دلتا نهر مسسبي

انحدار واديه ويضعف تياره، ولا يقوى على حمل جميع المواد التي أتى بها من أقسامه العليا فتترسب المواد بالتدريج كلما اقترب النهر من المصب وتناقصت سرعته، ويكون ترسب المواد الخشنة أولاً ثم يليها المواد الأقل حجماً، ولذلك نجد الغرين والرمل الدقيق بالقرب من مصبات الأنهار أو على جانبي وادي النهر بينما توجد الرواسب الخشنة الكبيرة في الأقسام العليا من النهر أو في وسط المجرى أحياناً، ومن العوامل الأخرى التي تساعد على زيادة ترسب المواد التي يحملها النهر هي اتساع مجراه خصوصاً عند الفيضان وذلك عندما يطغى على مساحات واسعة من الأراضي المجاورة فيترسب الغرين عادة، ويختلف مقدار هذه الترسبات فتكون سميكة على جانبي المجرى مباشرة ويقل سمكها كلما ابتعدنا عن ذلك، ويلقي النهر عادة بجميع ما يحمله من الرسوبيات عندما ينتهي إلى بحيرة اوخليج أو بحر حيث تتضاءل سرعته وتقف مياهه عن الحركة، وعندما يكون الساحل الذي يصب فيه النهر هاديء خالياً من التيارات تتراكم الرواسب عند المصب سنة بعد أخرى حتى تصل مستوى سطح البحر ثم تظهر بالتدريج فوق الماء فتتكون «الدلتا» وقد سميت الدلتا كذلك لأن شكلها يشبه حرف الدال في اللغة الإغريقية القديمة، وقد سماها العلماء العرب بدالة النهر على أنها دليل النهر عند مصبه، ولاتتكون الدلتا بصورة مستوية منذ البداية بل توجد فيها المنخفضات الكثيرة التي تجري فيها فروع النهر المتشعبة، أو تغطيها المستنقعات ولكنها تمتليء تدريجياً بما يترسب فيها من الغرين سنة بعد أخرى حتى تصبح جميعها أرضاً يابسة وتقل فيها تفرعات النهر فيكتمل نمو الدلتا، ومن أشهر الدلتاوات هي: دلتا النيل ودلتا المسيسيبي ودلتا الكنج، ومن أهم العوامل التي تساعد على تكون الدلتا واستمرار توسعها:

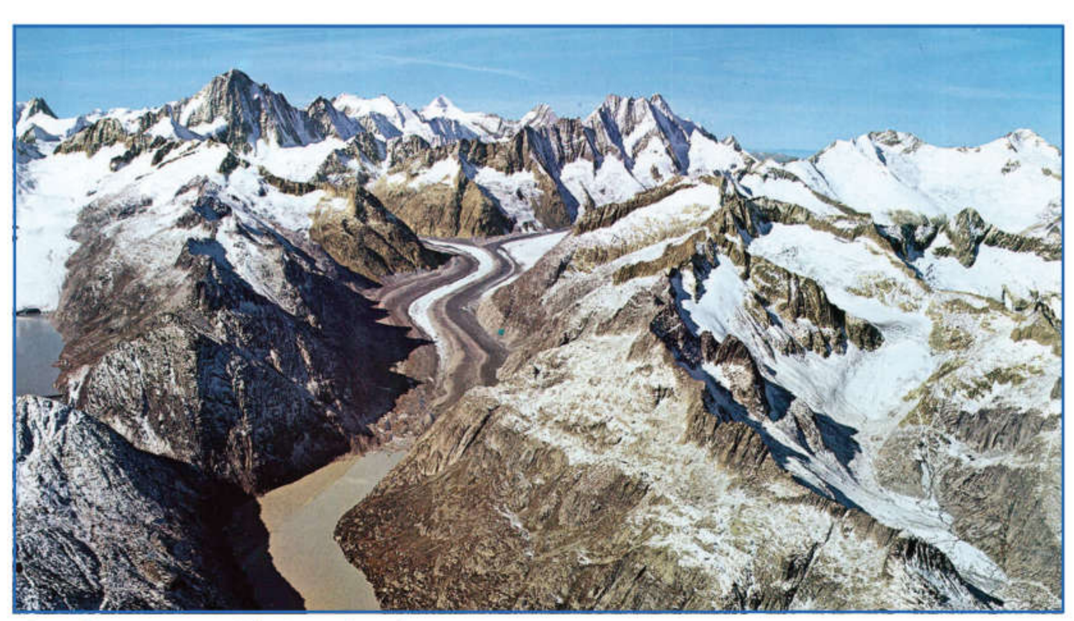
أ– وفرة الرواسب التي يحملها النهر ويأتي بها إلى المصب.

ب– قلة عمق ساحل البحر الذي يصب عنده النهر.

جـ– هدوء ماء البحر وعدم تعرضه للأمواج القوية وتيارات المد والجزر العنيفة التي من شأنها حمل الرسوبيات بعيداً عن المصب، مما يعيق تكون الدلتا وبقاء مصب النهر عميقاً واسعاً كمصب نهر التايمز في انكلترا.

د– قلة سرعة تيار النهر عند مصبه حتى لاتندفع بعيداً نحو المياه العميقة مما لا يتيح لها فرصة بناء الدلتا.

**الثلاجات:** هي الكتل الجليدية الهائلة التي تتحرك حركة طبيعية فوق اليابسة وتقوم الثلاجات في بعض جهات العالم مقام المياه الجارية في تغيير سطح الأرض وبصورة تشابه لها تقريباً وتتكون الثلاجات في الأصل من تجمع الثلج وتصلبه في المناطق الباردة والمرتفعة حيث يزيد الثلج الساقط على مقدار مايذوب منه خلال السنة، فيتراكم سنة بعد أخرى مكوناً مايسمى بـ (الحقل الثلجي). ويساعد تراكم الثلوج بعضها فوق بعض على تصلبها على شكل كتل مرصوصة من الجليد ونتيجة ضغطها على ماتحتها تتكون طبقة من الجليد شبه ذائبة فتساعد على حركة كتل الجليد التي فوقها والتي تمتد أحياناً لمسافات شاسعة، كما هو الحال في الثلاجات القارية التي تغطي القارة الجنوبية أو الثلاجة التي تغطي (كرينلاند)، وكثيراً ماينتج عن تراكم الجليد في الحقول الثلجية في المناطق الجبلية أن ينحدر الجليد منها إلى الوديان ويسير مكوناً ما يسمى بـ (الأنهار الجليدية)، وتختلف الأنهار الجليدية عن الأنهار الاعتيادية من عدة وجوه، فهي: قصيرة في العادة، لايزيد طولها على (١٥) كيلومتراً، كما أنها ضيقة وتكون حركة الجليد فيها بطيئة لا تزيد على المتر الواحد أو المترين في اليوم أحياناً، بينما تصل سرعة المياه في الأنهار الاعتيادية إلى ثلاثة كيلومترات في الساعة الواحدة أحياناً، وتختلف حركة الجليد فيها عن حركة المياه في الأنهار الاعتيادية باعتبار



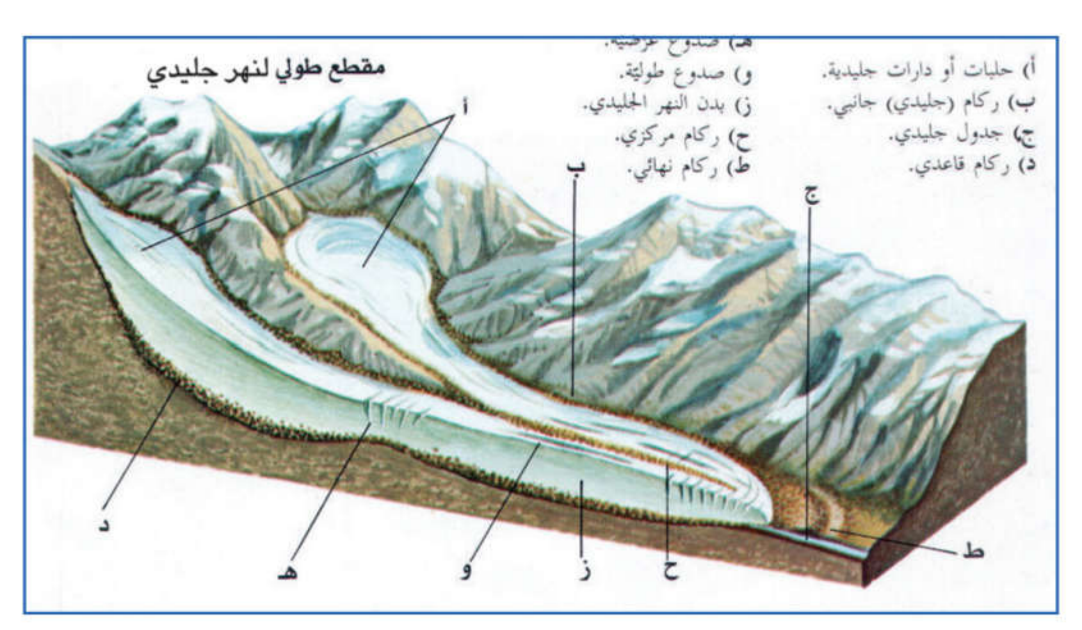
شكل رقم ( ٩١) حقول الثلج في جنوب الاسكا



**شكل رقم (٩٢) مقدمة ثلاجة تنحدر من الجبال السويسرية**

أن الأول جسم صلب والثاني سائل، لذلك لا تلتزم الأنهار الجليدية بانحدار الأرض وتعاريجها والتواءاتها ولا تستطيع الدوران حول الصخور الكبيرة أو العقبات، بل تتجمع أمامها حتى تزداد قوتها ويزداد ضغط الجليد المتجمع وراءها في أعلى الوادي فتندفع فوق تلك العقبات، وكثيراً ماتنفصم أجزاء الجليد عند انحداره من مرتفع ما فتظهر على الثلاجة الشقوق المستعرضة التي تلتئم فيما بعد عندما ينتظم سيرها، وتكثر الشقوق الطولية في الثلاجة إضافة إلى الشقوق المستعرضة، وذلك بسبب عدم تحرك كتل الجليد بصورة منتظمة وبدرجة واحدة في جميع أجزاء الثلاجة حيث يكون الجليد عند جوانب الوادي بطيئاً بالنسبة لوسط الثلاجة.

**عمل الثلاجة:** تجرف الثلاجة أثناء جريانها في الوادي ما تصادفه أمامها من الكتل الصخرية المختلفة وتحملها معها وتصبح وسائل فعالة تنحت بها جوانب الوادي والقاع الذي تمر عليه، فتصقل الصخور أحياناً، وأحياناً أخرى تترك في التربة ويلتحم بالثلاجة نفسها فيساعد على اكتساح ونزع التربة والصخور من قاع الوادي وجوانبه عند سيرها فيه، وبهذه الطريقة تعمل الثلاجة دائماً على حفر الوديان وتعميقها ونحت جوانبها وتتميز الأودية التي تتعرض للتعرية الجليدية بعمقها الكبير وضيقها، كما تكون أكثر استقامة من أودية الأنهار



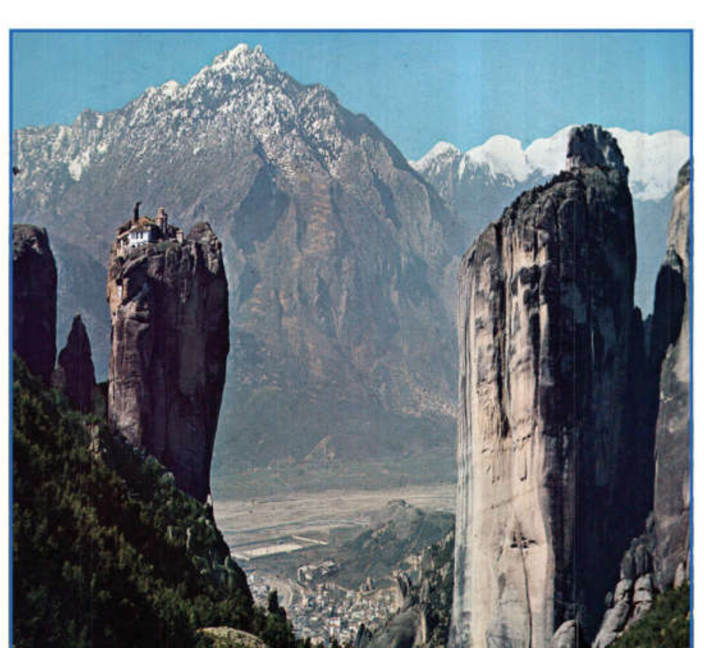

**شكل رقم (٩٣) يمثل مقطع الثلاجة، وتظهر فيه الشقوق الطولية والعرضية في الجليد وكذلك شكل الوادي والقاع الذي تجري عليه الثلاجة.**

الاعتيادية وشديدة الانحدار وشبه عمودية، يقارب شكل مقطعها الحرف U على خلاف الوديان التي تشغلها الأنهار الاعتيادية حيث يكون شكلها أقرب إلى الرقم (٧)، وتعتبر الفيوردات إحدى مظاهر التعرية الجليدية في الجهات الساحلية، والوديان المعلقة مظهر آخر للتعرية الجليدية وهو نتيجة للاختلاف في شدة التعرية بين الأنهار الجليدية الرئيسية والروافد المتصلة بها، حيث تقوم الثلاجة التي تحتل الوادي الرئيس بتعرية الوادي وتعميقه كثيراً، بينما لاتستطيع الثلاجات الصغيرة على جانبي الوادي من تعميق وديانها إلى مستوى الوادي الرئيس فينتج عن ذلك اختلاف كبير بين مستوى قاع الوادي الكبير وقيعان الوديان الصغيرة المتصلة به، فإذا ما ذاب الجليد وحل مكانه الماء ظهرت سلسلة من



**شكل رقم ( ٩٤) يمثل أشكال الوديان التي تتعرض للتعرية الجليدية والتعرية المائية**

المساقط المائية على طول الوادي الرئيس نتيجة لارتفاع مصبات الروافد عن مستوى الوادي الرئيس عند التقائها به.



شكل رقم (٩٥) أحد الوديان التي تعرضت للتعرية

### الإرسابات الجليدية:

تأخذ الثلاجات عادة في الذوبان بعد أن تسير إلى أسفل الوادي وتنتقل إلى مناطق دافئة فتخلف عنها رسوبيات كثيرة تتميز بصورة عامة عن رسوبيات الأنهار الاعتيادية بأنها تتألف من مواد مختلفة الحجوم ومعظمها ذات زوايا حادة وكثيراً ما تحتوي خدوشاً على سطوحها من أثر احتكاكها بقاع أو جوانب الوادي الذي كانت تجري فيه الثلاجة، وتتجمع الرسوبيات في نهاية الثلاجة ويطلق عليها (الركام النهائي)، ويكون شكله محدباً نحو الخارج مما يشير إلى الموقع الذي بدأت عنده الثلاجة بالذوبان وتحدث عملية الإرساب في قعر الثلاجة أيضاً، وذلك عندما تزداد المواد المحمولة في هذا الجزء من الثلاجة ويزداد احتكاكها مع الصخور المكونة لقعر الوادي فتترسب بعض تلك المواد وتكون خليطاً من الحصى والرمل والطين، وقد تتراكم هذه المواد وتكون خليطاً من الحصى والرمل والطين، ويكون سمكها كبيراً، وتنتشر رواسب الثلاجات على مناطق واسعة وبصورة غير منتظمة عبر الطريق السابق للثلاجة، ويطلق على هذا النوع من الرواسب اسم (الركام السفلي)، ونشاهد في الوقت الحاضر رواسب جليدية تغطي مساحات واسعة من العالم كالمنطقة المحيطة ببحر البلطيق، ومن الشرق والجنوب وكذلك المنطقة المحيطة بالبحيرات الخمس الأمريكية، وتعود تلك الرسوبيات إلى أحد العصور الجيولوجية الحديثة (العصر الجليدي)



شكل رقم ( ٩٦) احد الجبال التي تعرضت للتعرية الجليدية

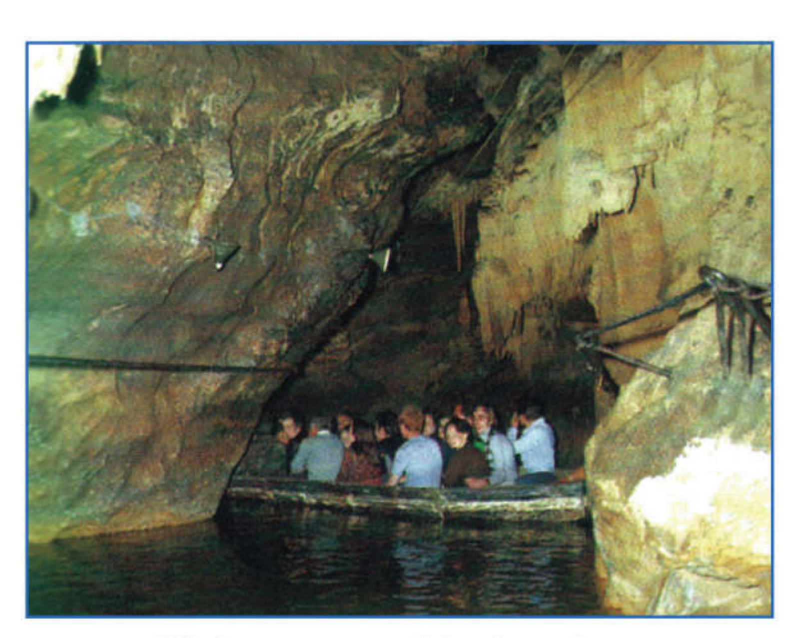
حيث انتشر الجليد في شمال القارات الشمالية وأخذ يزحف جنوباً فأكتسح في طريقه التربة وعندما أخذ المناخ بالدفء بدأت تلك الثلوج بالذوبان فغطت رسوبياتها (الركامات) مساحات واسعة من شمال أوربا وأمريكا الشمالية تاركة الجهات الأخرى إلى الشمال منها جرداء خالية من التربة لا تصلح للزراعة، وقد ساعد ذلك في نفس الوقت على تكوين العديد من البحيرات في البقع الواطئة التي امتلأت بالمياه وأخذت تفيض بسبب الأمطار الغزيرة وتنحدر من بحيرة إلى أخرى فانتشرت الشلالات العديدة فأستغلها الإنسان في الوقت الحاضر في توليد الكهرباء لتدوير دولاب الصناعة.

**٤- الأمواج والتيارات البحرية:** تعتبر الأمواج والتيارات البحرية عاملاً مهماً في تغيير معالم الجهات الساحلية المطلة على البحار والمحيطات بصورة مباشرة وتنشط الأمواج على السواحل بتأثير الرياح الملامسة لسطح البحر في تلك المنطقة وتتوقف قوة الأمواج والتيارات البحرية في نحت الجهات الساحلية على عدة عوامل أهمها:

أ- شدة هبوب الرياح واتجاه هبوبها، إذ لا بد أن تكون الموجة عمودية على الساحل لكي تؤثر فيه أما إذا كانت مائلة فأن تأثيرها يكون قليلاً أو شبه معدوم، لأنها لاترتطم بالساحل مباشرة بل تسير موازية له فيقل تأثيرها فيه.

ب- مقدار ماتحمله الأمواج من المواد الصلبة كذرات الرمال والحصى الناعم وفتات الصخور مما تنتزعه من الساحل أو مما يتساقط من الجروف المطلة على البحر.

جـ- طبيعة الساحل من حيث نوعية الصخور التي يتكون منها وترتيبها، فقد تكون الصخور من النوع الذي يقاوم الأمواج أو قد تكون لينة لا تقوى كثيراً على مقاومة الأمواج فتتآكل أسرع من غيرها، وتترك الأمواج والتيارات البحرية آثاراً متنوعة على السواحل، فقد يكون الساحل صخرياً وعلى شكل جرف عمودي الميل فتتآكل أقسامه السفلى القريبة من مستوى المياه بصورة تدريجية وتتهشم صخوره وتحدث فجوات أفقية مما يضعف ارتكاز الصخور العليا، فلا تلبث أن تنهار في البحر ويعود الجرف عمودياً كما كان سابقاً، وتستمر الأمواج فتنحت في الجرف الجديد حتى تتكون فيه فجوات أخرى وتنهار الصخور من فوقها، وهكذا يتراجع الساحل ويتقدم البحر فيه باستمرار، وقد تتباين قوة الصخور على بعض السواحل فتتآكل الأجزاء



شكل رقم ( ٩٧) الكهوف تكونت بفعل المياه




شكل رقم (٩٨) بعض آثار التعرية البحرية

الضعيفة منها بسرعة ويتقدم فيها البحر مكوناً خلجاناً بحرية وألسنة من الصخور ممتدة في البحر وبتأثير الأمواج والتيارات البحرية تعمل على تآكل الطبقات السفلى من هذه الألسنة مكوناً كهوفاً بحرية وإذا استمر توسع الكهف ونفذ إلى الجانب المقابل كون (قوساً بحرياً) وكثيراً ما ينشط تأثير الجو الميكانيكي والكيمياوي على الأقسام العليا من القوس البحري حتى تنهار وتسقط إلى البحر وتبقى الجوانب قائمة عمودية ومنفصلة بعضها عن البعض الآخر حيث تدعى بـ (المسلات أو الإبر البحرية)، ومن الآثار الأخرى للتعرية البحرية تكون التعاريج والرؤوس البارزة في البحر عندما تكون الجهات الساحلية مؤلفة من صخور متفاوتة في درجة مقاومتها لفعل المياه ومرتبة بصورة متعاقبة، فتتآكل الصخور اللينة بفعل الأمواج بسرعة ويتقدم فيها البحر مكوناً خلجاناً عديدة في مناطق الصخور اللينة، بينما تبقى الصخور الصلبة على شكل رؤوس بارزة دون تغير كبير، ومن الأمثلة على ذلك السواحل الجنوبية الغربية لايرلندة والسواحل الغربية لتركيا.

**٥- الإنسان والأحياء الأخرى:** قبل أن نختم بحثنا عن العوامل الخارجية التي تؤثر في سطح القشرة الأرضية لابد أن نشير إلى عامل آخر لا يقل أهمية



شكل رقم (٩٩) المسلات البحرية في بيروت

عما سبقه وهو (الإنسان والأحياء الأخرى) حيث يندر أن تخلو جهات الأرض من أثر هذا العامل، وذلك لأن انتشار الإنسان وبقية الأحياء على سطح الأرض واسع لا تعترضه ظروف المناخ أو أشكال السطح إلا قليلاً، وقد درج الإنسان على أحداث التغيرات الواسعة في البقاع التي يستقر فيها مهما كان نوع الحرفة التي يزاولها، وقد يمهد الإنسان والأحياء الأخرى المجال لبقية العوامل الخارجية لتنشط ويزداد تأثيرها في تغيير المنطقة، فإزاحة الغطاء النباتي من قبل الإنسان مثلاً يكشف سطح الأرض ويعرض الصخور والتربة لعوامل النحت والتجوية والرياح وعوامل الجرف الأخرى، وعمل الإنسان يفوق أحياناً العوامل الخارجية الأخرى من حيث السرعة واتساع التغييرات التي يحدثها في سطح الأرض خصوصاً بعد أن امتلك الإنسان في الوقت الحاضر القوة والقابلية لإحداث تغييرات خطيرة في سطح الأرض، فالمياه الجارية مثلاً تحتاج إلى مئات وآلاف السنين لتشق وديانها بينما يستطيع الإنسان بما يمتلكه من القوة والأساليب الحديثة انجاز أعمال من هذا القبيل في فترة قصيرة جداً لاتتجاوز بضع سنين أحياناً، ومن أهم الأمور التي تدفع الإنسان لإحداث التغييرات المختلفة على سطح الأرض هي سعيه من أجل الحصول على الطعام والمأوى

والحمايـة وما شابه ذلك، ويمكن أن نصـنف الوسائل والسبل الـتي يؤثر الإنسان من خلالها في سطح الأرض بما يأتي:

**١- قطع الغابات.**

**٢- الري.**

**٣- الزراعة.**

**٤- المواصلات.**

**٥- التعدين.**

**١- قطع الغابات:** يقطع الإنسان الغـابات في جهات كثيـرة من العالم وكثيراً ما يتم ذلك بطـرق غير منظمة دون الالـتفات إلى ماينتج عنـها فتتعرض المناطق الجرداء لتأثيـرات الجو وعوامل التـعرية التي تجـرف التربة وتـكشف الصخور ولا يقف الأمر عند هذا الحد بل يؤدي إلى انحدار مياه الأمطار والسيول بسرعة تـزيد من تـآكل الصخـور وقلة تـسرب الميـاه إلى باطن الأرض فيـساعد كل ذلك على حـدوث الفيضـانات العالـية المفاجـئة في وديان الأنهـار..الخ، وقد تعرضت أغلـب مناطق الـعراق الجبلـية لهذا الـشيء بالذات، إذ استـمر الإنسان مـنذ أجيال بـعيدة في قـطع الـغابـات فـخلت المسـاحات الـواسعـة مـنـها وتـعـرضت تربـتـها للانجـراف وظهـرت الصخـور من تحتها، وقد نتج عن ذلك أن اتصفت فيضانات دجلة بحدوثـها المفاجيء وارتـفاع مناسيبها إلى حدود خـطرة إضافة إلى ازدياد المواد التي يحملها دجلة في مجراه عند كل فيضان وازدياد ترسبها في المستنقعات والأهوار التي أخذت تمتليء بها سنة بعد أخرى.

**٢- الري:** يقوم الإنسان من أجل توفير المياه لحقوله وحمايتها من الفيضانات المدمرة، بـانجازات هـندسـية عـظيـمة فـتنتـج عن ذلك تغـيرات واسعـة في سطح القـشرة الأرضية ونستطيع الإشارة في هـذا الصدد إلى آثار أعمال الري القديمة في تغـيير مـعالم سطح سـهل العراق الجـنوبي وانتـشار التلال والمـنخفـضات فيه على النحو الذي نراه في الـوقت الحاضر، وتؤثر السدود والخـزانات التي يبنيها الإنسـان في طبيعـة الأنهار من حيث الـفيضان وتغـيير المجرى وانـتظام جريان الميـاه فيهـا مما يـؤثر كل ذلك في أعمـال الأنهـار كوسائل مـهمـة في تغـيير سطح القشرة الأرضية.

**٣- الزراعة:** تتطلب الزراعة حرث الأرض وتسويتها وبذلك يتغير سطح الأرض تغيراً واضحاً، وقد ازداد ما يتعرض من سطح الأرض لهذه التغيرات بازدياد انتشار الزراعة وتوسعها في الوقت الحاضر، وقد لايحرث الإنسان أرضه بحكمة فتمتد خطوط الحراثة في اتجاه انحدار الأرض مما يؤدي إلى الإسراع في جرف التربة ونظراً لخطورة انجراف التربة فقد أخذ الإنسان أخيراً يبذل جهوداً واسعة من أجل تخفيف آثار عوامل الجرف وتثبيت التربة في أماكنها وقد يلجأ الإنسان من أجل ذلك إلى حفر الخنادق وبناء السدود على المنحدرات بطرق خاصة ليخفف من سرعة انحدار مياه الأمطار والسيول ليفسح المجال للتربة لتمتص المزيد من تلك المياه فتنمو عليها الأعشاب والأدغال كما تزرع الأشجار وبعض النباتات أحياناً لحماية التربة من الانجراف، وتتطلب الزراعة على السفوح المنحدرة إلى تنظيم تلك السفوح على شكل مصاطب متدرجة وبذلك تتشكل سفوح المنطقة على نحو خاص يختلف تماماً عما كانت عليه قبل استغلالها في الزراعة، وقد دفعت حاجة الإنسان لتوسيع نطاق الزراعة إلى تحويل مناطق واسعة من الأراضي الجافة إلى حقول كثيفة فأوقف الإنسان بعمله هذا نشاط بقية العوامل الخارجية التي كانت تؤثر في سطح الأرض وتغيره، كما استطاع الإنسان في نفس الوقت انتزاع الأراضي الواسعة من الخلجان وسواحل البحار الضحلة وإضافتها إلى الأراضي اليابسة، ومن أمثلة ذلك توسع دلتا نهر الراين في هولندا، وتجفيف المساحات من خليج زيودرزي في شمال هولندا وتحويلها إلى حقول منتجة وذلك ببناء السدود العظيمة وحجز تلك الأراضي عن البحر.



شكل رقم (١٠٠) زراعة المنحدرات

**٤- الموصلات:** يتطلب فتح الطريق في اغلب الأحيان، بناء السدود لتسير عليها وسائل النقل وكذلك ردم المنخفضات وفتح الممرات في التلال وبين الجبال وعمل الأنفاق

والقنوات إلى آخر ذلك مما له أثره في تغيير معالم سطح القشرة الأرضية وقد ازدادت حاجة الإنسان إلى توسيع شبكات المواصلات البرية والمائية وإيصالها إلى مناطق جديدة فازداد أثر الإنسان في هذا الصدد وشمل جهات مختلفة من العالم.

**٥- التعدين:** يضطر الإنسان أحيانا للوصول إلى عروق المعادن كالفحم الحجري مثلاً إلى حفر الأنفاق العميقة في باطن الأرض، وإخراج كميات عظيمة من التربة وفتات الصخور الناتجة عن عمليات الحفر وتكديسها إلى جوار المناجم على شكل تلال يزداد ارتفاعها باستمرار حركة الحفر والتعدين في المنطقة، ولذلك تتميز مناطق تعدين الفحم الحجري بصورة خاصة بانتشار التلال هنا وهناك إلى جوار المناجم، وقد تكون خامات المعدن قريبة من سطح الأرض فيحصل عليها الإنسان بصورة مباشرة فتنتج عن ذلك الحفر والأخاديد الواسعة في سطح الأرض بعد مضي زمن معين وتحدث هذه الحفر كذلك في المناطق التي تؤخذ منها الصخور لأعمال البناء أو صناعة الإسمنت



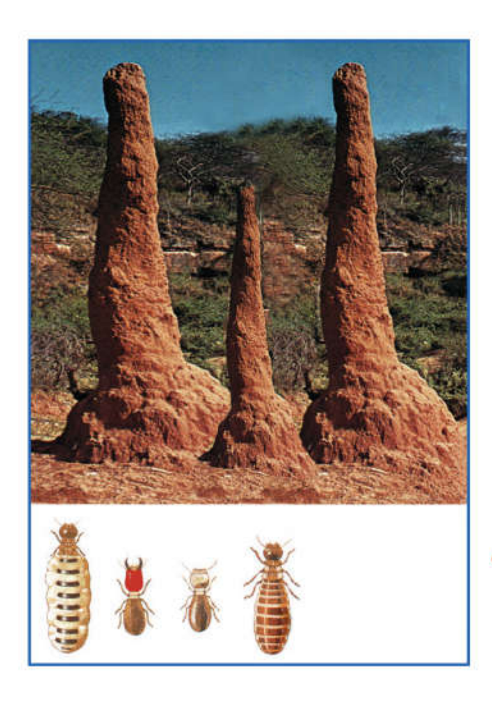
شكل رقم (١٠١) أحد التلال التي تظهر بسبب تراكم الصخور والأتربة المستخرجة من باطن الأرض.

وغيرها من الأعمال، وتؤثر الأحياء الأخرى من غير الإنسان في سطح القشرة الأرضية وتغير معالمه باستمرار، وليس من السهل الإحاطة هنا بجميع تلك الأحياء والآثار التي تحدثها، ومن الأفضل الإشارة إلى بعض الأمثلة في هذا الصدد، فكلب الماء مثلاً يقوم ببناء السدود في بعض المجاري وقد يمتد بعضها عشرات الأمتار ويصل ارتفاعها إلى حوالي ثلاثة أمتار فتحتجز تلك السدود مياه بعض الأنهار وتتكون المستنقعات، وتبني بعض أصناف النمل مستعمراتها بأشكال غريبة يصل ارتفاع بعضها أحياناً إلى (٨) أمتار وتنتشر في مساحات



شكل رقم (١٠٢) اثر التعدين على الارض

تصل إلى أكثر من كيلومتر طولاً، كما هو الحال في بعض جهات استراليا وأفريقيا الاستوائية، وتحفر أنواع كثيرة من الحيوانات البرية مخابئها وأنفاقها تحت الأرض وبذلك تؤثر في سطح القشرة الأرضية، وأخيراً يجب أن لانغفل دور دودة الأرض وأحياء صغيرة كثيرة والبكتريا في تفتيت التربة وتغيير طبيعتها وتكوين أنواع التربة الناعمة الخصبة.



شكل رقم (١٠٣ ) تبني بعض اصناف النمل مستعمراتها باشكال غريبة

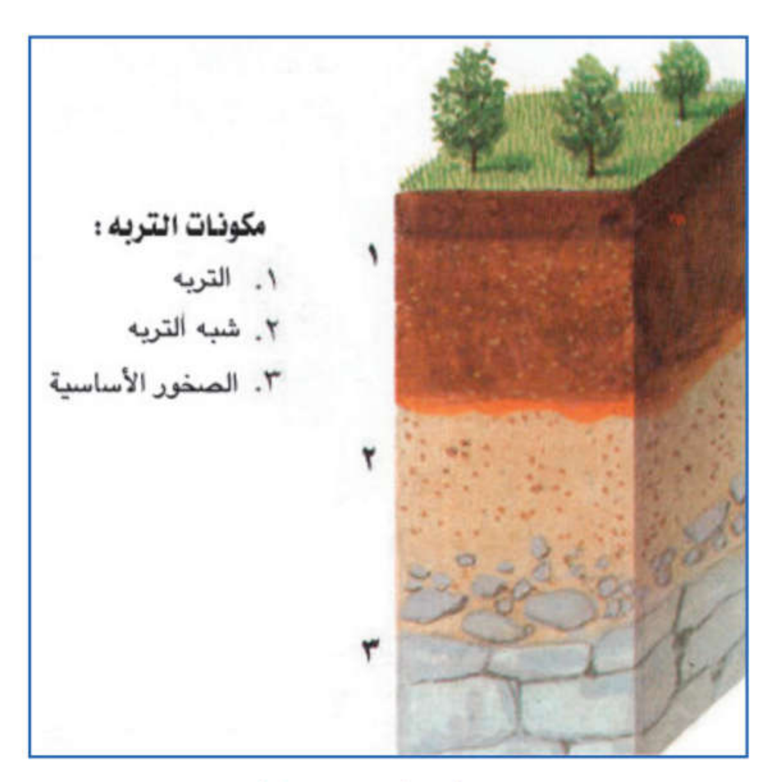
## أسئلة الفصل العاشر

١- قارن بين أثر التجوية الميكانيكي والكيمياوي في الصخور؟
٢- لماذا تكثر الكهوف والمجاري المائية الباطنية في كوردستان العراق؟
٣- كيف تنحت الرياح الصخور؟ وما أهم الآثار الناتجة؟
٤- ما صفات الكثبان الرملية الصحراوية؟
٥- ما الفرق بين الكثبان الرملية والساحلية؟
٦- ما المواد التي تحملها مياه الأنهار؟ وما مصادرها؟
٧- قارن بين عمل الأنهار في مجاريها العليا والسفلى؟
٨- ما الآثار الناتجة عن أعمال الأنهار المختلفة؟ وما العوامل المؤثرة في ذلك؟
٩- قارن بين الأنهار الجليدية والأنهار الاعتيادية من حيث طبيعتها وأثرهما في سطح الأرض.
١٠- ما الوديان المعلقة؟ وكيف تتكون؟ وما فائدتها؟
١١- كيف تؤثر التيارات والأمواج البحرية في السواحل؟ وما أهم الآثار الناتجة عن ذلك؟
١٢- بين أثر الإنسان في تغيير معالم سطح الأرض؟
١٣- علل ما يأتي: لماذا لاتوجد دلتا لنهر شط العرب في الخليج العربي؟
١٤- ما الفرق بين الثلج والجليد؟
١٥- لماذا تنحصر منعطفات نهر دجلة بين بغداد والعمارة فقط؟
١٦- ارسم مخطط لخارطة العراق مؤشراً عليها شبكات التصريف المائي الدائمي والموسمي؟

# الفصل الحادى عشر

## التربة

**تعريف التربة ومكوناتها:** التربة هي الطبقة الرقيقة المفتتة التي تكسو معظم سطح اليابس، وتمتد خلالها جذور النبات الذي يستمد مواده الغذائية منها، ويختلف سُمك التربة من منطقة إلى أخرى، فقد لايزيد على بضع سنتيمترات في بعض الجهات، بينما يبلغ بضعة أقدام أو أمتار في جهات أخرى،وتعتبر التربة من أهم الموارد التي وهبتها الطبيعة للإنسان، وهي ضرورة لازمة لوجود الحياة وكثيراً مايضع الباحثون التربة في مصاف الماء والهواء من حيث أهميتها للكائنات الحية جميعاً، وبضمنها الإنسان، على اعتبار أن التربة هي المصدر الأساس لغذاء غالبية الكائنات بصورة مباشرة أو غير مباشرة وقد تكونت التربة نتيجة تضافر عدة عمليات معقدة، ميكانيكية وكيمياوية وحيوية، أدت إلى تفتت




شكل رقم (١٠٤) رسم تخطيطي يوضح
التربة وشبه التربة والصخور الأساسية

المواد الصخرية وتغير طبيعتها حتى أصبحت بعد مرور زمن طويل جداً صالحة لنمو النبات عليها، وتتكون التربة، بالإضافة إلى الماء والهواء من جزيئات معدنية ومواد عضوية، حيث تؤلف المواد المعدنية أحياناً نصف مكونات التربة، أما المواد العضوية فهي مخلفات وبقايا نباتية أو حيوانية يطلق عليها عادة أسم (الدبال) وعلى الرغم من قلة الدبال في التربة بصورة عامة، فهي مهمة جداً لنمو النبات، وذلك لاحتوائها على الآزوت والكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم والكبريت، وهي جميعها ضرورية لحياة النبات وذلك لوجودها في الدبال بصورة يسهل امتصاصها من قبل النبات، ويلعب الماء والهواء دوراً مهماً في تكوين التربة، حيث تتوقف عليها، إلى حد كبير العمليات الكيمياوية والميكانيكية التي تساعد على تكوين التربة نفسها، كما أن الماء ضروري في التربة لأنه الوسط الذي تتكون فيه المحاليل الغذائية الجاهزة للامتصاص من قبل جذور النبات، وأكثر ما يوجد في التربة على شكل أغشية رقيقة تحيط بالجزيئات المعدنية مكوناً غلافاً حولها، أما الهواء فإنه يملأ الفراغات الموجودة بين جزيئات المواد المعدنية، كما انه ولا سيما الأوكسجين، ضروري في عمليات أكسدة المواد المعدنية ولتنفس جذور النبات، أما ثاني أوكسيد الكاربون فضروري لتكون المحاليل الغذائية ويتحول الازوت نفسه إلى غذاء النبات بواسطة ماتقوم به بعض أنواع البكتريا، وتختلف مقادير الماء والهواء في التربة من مكان إلى آخر، وذلك بحسب عاملين أساسيين هما: أحوال المناخ وطبيعة التربة من حيث مساميتها وملاءمتها لتخللهما فيها، ويؤلف الماء والهواء في الظروف الملائمة زهاء نصف التربة، ويتوقف قوام التربة على حجم الجزيئات المعدنية التي تتألف منها، إذ تتراوح بين تربة حصوية خشنة وتربة صلصالية ناعمة جداً، ويمكن تصنيف التربة بصورة عامة إلى صنفين هما: التربة المحلية والتربة المنقولة، فالتربة المحلية هي التي اشتقت من نفس الصخور التي تتركز عليها مباشرة، ولذلك تختلف التربة المحلية باختلاف التركيب الجيولوجي للصخور، فالصخور الجيرية اذا تحللت تتكون منها تربة جيرية والصخور الرملية تتكون منها تربة رملية..وهكذا، أما التربة المنقولة فهي التي نقلت بواسطة المياه أو الرياح أو الجليد من مناطق تكوينها إلى أماكنها الحالية، ومن أمثلتها:

أ- **التربة الفيضية (الغرينية)** التي نقلتها الأنهار وأرسبتها في مجاريها السفلى مكونة ما يسمى بالسهل الرسوبي، مثل تربة جنوب العراق، ومن أهم صفاتها أنها ناعمة حتى في طبقاتها السفلى وأنها سهلة الحراثة وغنية بالمواد الغذائية اللازمة للنبات.

ب- **التربة الهوائية:** أي التي نقلتها الرياح وأرسبتها في أماكنها الحالية، وتتألف عادة من جزيئات دقيقة جداً وتسمى بالتربة «اللوسية Loess» وأشهر مناطقها شمال غرب الصين وسهل منشوريا وجنوب روسيا، وتعتبر هذه التربة من أحسن أنواع التربة صلاحية للإنتاج الزراعي.

جـ- **التربة الجليدية:** وهي التي نقلت من أماكنها الحالية نتيجة لحركة الجليد البطيئة في العصور الجليدية جارفة معها مفتتات الصخور التي انتشرت بعد ذوبان الجليد، على مساحات واسعة فغطتها خصوصاً في شمال أوربا وأمريكا الشمالية.

د- **وهناك أمثلة أخرى** كالتربة البحرية والتربة البحيرية.

### صفات التربة الجيدة:

تتوقف صفات التربة الجيدة من وجهة النظر الزراعية على طبيعة الأمور التالية:

١- **التركيب الميكانيكي للتربة،** ويسميه البعض (نسيج التربة) ومعناه طبيعة حجم الجزيئات التي تتكون منها التربة، إذ أنها تتكون أما من رمل أو طين أو منهما معاً، ويتدرج الرمل في الحجم من رمل خشن إلى رمل ناعم، كما يتدرج الطين من غرين إلى صلصال فطفل، أما التربة التي يتوسط حجم جزيئاتها بين النوعين السابقين فهي التربة اللومية ومثلها الغرينية وكلاهما مزيج من الصلصالية والرملية، ولحجم جزيئات التربة أهمية بالغة في الإنتاج الزراعي، إذ انه كلما كانت جزيئاتها كبيرة ازدادت مساميتها وأصبح سهلاً على الماء والهواء أن يتخللها، أما اذا كان حجم جزيئاتها دقيقاً فأنها تكون أكثر تماسكاً وتصبح في بعض الأحيان عديمة المسام لا تسمح للماء أو الهواء أن يتوغل خلالها، ومن هنا تظهر أهمية المسامات التي تشغل عادة بالماء أو الهواء أو بكليهما معاً، وبذلك تكون المسامات الحيز الذي تجري فيه التفاعلات الكيمياوية التي

تساعد علـى تكوين المحاليل الغذائـية، كما تمتـد فيها الشعيـرات الجذرية الصغيرة لـتمتص مـا تحـتاج إلـيه من مـاء وغذاء، وعـليه فـأن الـتربـة المكونـة من الرمل والطين تكون أكثر مساماً وأكثر صلاحية في الزراعة.

**٢- التـركيب الـكيمياوي للتربة:** تحـتوي الـتربـة على عـدد كبـير من المواد الـغذائيـة، يحتل فـيها الـكالسيوم المكـان الأول، ثم يأتي بعـده كل من البـوتاسيوم والفسفور والآزوت وهذه المواد الأربعة هي أهم ما يحتاج إليه النبات ولا يتمكن من العيش بدونها، وتصل هذه المواد إلى النـباتات بصورة محلولة أو مذابة بالماء فيتغذى عليها ويتخلص من الماء بطـريقة النتح، وإذا افتقرت التربة إلى واحد من هذه العناصر الكيمياوية كـما يحصل في حالة إجهاد الأرض بالزراعة المستمرة، فلا بـد من استخدام الأسمـدة لتعويض الـنقص الذي حصل فـيها ويلاحظ إن لكل من العـناصر الأربعة سالفة الذكر أهمية خاصة للنبات، فالكالسيوم يتحكم في بناء نسيج الـتربـة وتماسكهـا الذي تتـوقف عليه مقدرة النبـات في امتـصاص المواد الغـذائية المختلـفة، فالبـوتاسيوم يتـحكم في نمو الأوراق وعمـلية تمـثيل الكاربون التي تقوم بها الأوراق - تلك العمليـة المعروفة باسم «التمثيل الكلوروفيلي»- أما الفسفور فيتحكم في النمو الخضري للنبات بصورة خاصة.

**٣- بـناء التربة:** ويقصـد به ترتيب جزيـئات التربـة عندما تـستغل في الإنتاج الزراعي ويـعتـبـره بعض الـباحثين أهم خـاصيـة للـتميـيز بـين أنـواع الـتربة، وجزيـئات التربة توجـد أما بحالة مـنفردة، أي كل جزيئة مـنفصلة عن الأخرى، أو تأخذ أشكالاً هندسية متعددة في حالة تماسكها ويؤثر بناء التربة تأثيراً كبيراً في قابلـيتها عـلى الإنتاج الـزراعي، فمثلاً اذا كانـت جزيئات الـتربة مـتماسكـة تماماً ومقفلة صعب على الماء والهواء التوغل خلالها وإذا ما زرعت فأنها تعطي إنتاجا زراعـياً قليلاً، هـذا على عكس التربـة التي تكون جـزيئاتها مـتجمعـة بشكل يسمح بوجود مسامات بـينها كالتـربة اللومية مـثلاً، ويمكن تحسين بناء الـتربة بالحراثة الجيدة وبواسطة إضافة الجير والأسمدة العضوية إليها.

**٤- عمق التربة:** يـختلف عمق التربة من مكان إلى آخر على سطح الأرض، ويتـراوح هذا العمق بين بـضع مليمتـرات ومترين أو أكثر أحـياناً ويتوقف عمق التربـة على عدة عـوامل من أهمـها نشـاط عوامل التـعريـة على المنـطقة لا سـيما

الـرياح والمياه الجاريـة منها، ودرجة انحدار السطح الـذي توجد فيه التربة والتربـة العميـقة هي في العادة أفضل من الـتربـة الأقل عمـقاً فـهي من جهة تحـتـوي مـقـاديـر اكبـر من المـواد الغذائـية، كمـا أنها توفـر مجالاً أوسع لـنمو أنـواع كـثيـرة من الـنبـات التي تخـتلف في طبـيعة جـذورها وتعـمقها في التربة.




**شكل رقم (١٠٥) انتشار الجليد في أحدى العصور الجليدية (لاحظ المناطق البيضاء) في نصف الكرة الشمالي.**

**المحافظة على التربة:** سبقت الإشارة إلى أن الـتربة من أهم المواد التي وهبتها الطبيـعة للإنسان إذ هي التي تمده بـالطعام لذلك فمن الضـروري المحافظة عليها وصـيانـتهـا لـضمـان بقـاء الحـياة وازدهـارها، وتـتـطلب المحـافظـة عـلى الـتربة وصيانتها بحث الأمور الاتية وهي:

**١- جرف التربة.**
**٢- ملوحة التربة.**
**٣- إنهاك التربة.**

**أولاً- جرف التربة:** تتفاقم مشكلة جرف التربة على السفوح والمرتفعات وما يجاورها والمنـاطق الزراعية التي تتعرض لهـبوب الرياح القوية ومن المؤكد أن انجراف التربة بتأثيـر العوامل المختلفة يتم بـسرعة كبيرة اذا ما قورن مع الزمن الـذي تستغـرقه العمليـات العديدة لتكوين التربـة نفسها، لـذلك فأن ما يجرف من التـربة لا يمكن تعويضه بما يتكـون منها بالطرق الطبـيعية وينتج عن ذلك اختفاء التربة على الـسفوح والمنـاطق التي تتعـرض لعوامل الجرف وظـهور الصـخور للعيان فتفقـد المنطقة قوتها الإنتـاجية ويهجرها أهلهـا، وتتفاوت شدة جرف التربة

من منطقة إلى أخرى تبعاً للعوامل الاتية:



**شكل رقم (١٠٦)**
**ازدياد جرف التربة في الاراضي شديدة الانحدار**

### ١- درجة انحدار الأرض:

حيث يزداد جرف التربة في الأراضي شديدة الانحدار كالسفوح في المناطق الجبلية وشبهها، وحافات الهضاب، وذلك بسبب سرعة انحدار المياه على هذه السفوح.

**٢- حالة النبات الطبيعي:** فإذا كان متوفراً وكثيفاً فأن المياه الجارية لا تقوى على جرف التربة لأن جذور النبات تعمل على مسك التربة كما يعمل النبات نفسه على التقليل من انحدار المياه، ولذلك فأن الرعي المفرط وألاكثار من قطع الأشجار والحرائق التي تتعرض لها الغابات إضافة إلى الزراعة المتنقلة، جميعها تضعف النبات الطبيعي وتعرض التربة للجرف بواسطة المياه الجارية والرياح.

**شكل رقم (١٠٧)**
**النبات الطبيعي يقلل من جرف التربة**

### ٣- الحراثة غير الصحيحة:



**شكل رقم (١٠٨) الحراثة الصحيحة**

تؤثر بصورة خاصة في جرف تربة الأراضي المنحدرة، وفي الحراثة التي تكون خطوطها مع اتجاه انحدار الأرض أي من أعلى إلى أسفل، بدلاً من أن تكون مع خطوط الارتفاعات المتساوية، ويؤدي هذا النوع من الحراثة إلى نزول مياه الأمطار في خطوط الحراثة فتحفر فيها الأخاديد التي تزداد عمقاً مع الزمن، أما



**شكل رقم (١٠٩) زراعة السفوح المنحدرة بالرز على شكل أشرطة متعاقبة لحفظ التربة.**

اذا كانت الحراثة عمودية على مستوى الانحدار فإن مياه الأمطار تستقر في الأرض وتساعد على زيادة نمو الأعشاب وثبت التربة في مكانها.

٤- **الأمطار الغزيرة** المفاجئة وكذلك الرياح القوية، وبالاخص عندما تخلو الحقول من مصدات الرياح كالأشجار وغيرها ويكون جرف التربة على نوعين رئيسين هما: الجرف الأخدودي وجرف القطعة، ويحدث الجرف الأخدودي في الأراضي المنحدرة حيث تشق المياه لها في السفوح أخاديد تزداد عمقاً واتساعاً مع الزمن، أما جرف القطعة فيكون في الأراضي قليلة الانحدار حيث تجرف المياه الجارية والرياح طبقة رقيقة بصورة متساوية من سطح التربة، وقد جرفت التربة وضاعت من مناطق واسعة في العراق وعلى الأخص من سفوح المنطقة الجبلية، ولا تزال عمليات الجرف مستمرة على تلك السفوح وتظهر نتائجها بوضوح في مواسم الفيضانات حيث تحمل مياه الأنهار كميات كبيرة من الطمي تصل نسبتها في بعض السنين إلى (٣٠٪) من حجم المياه التي تحملها وقد نشأ جرف التربة مع نشأة التربة نفسها وسوف يستمر إلى الأبد ولا يمكن منعه، إنما يمكن تخفيف شدته ببعض الوسائل ومن أهمها:

١- المحافظة على النبات الطبيعي بتحديد الرعي وتحديد قطع الأشجار، والمحافظة عليها من الحرائق وإعادة النبات إلى الأماكن التي فقد منها وتجنب

الزراعة الديمية في المناطق التي تتفاوت أمطارها تفاوتاً كبيراً لئلاً تتعرض التربة بعد حراثتها للنقل في سنين الجفاف.

٢- إنشاء سدود في بطن الأخاديد أو على سفوح المرتفعات والأراضي المتموجة لتصد المياه من الجريان وتخفف سرعتها لتمتصها التربة وكذلك بغرس الأشجار وزرع بعض النباتات على شكل خطوط متعاقبة على تلك السفوح لنفس الغرض.

٣- إنشاء حواجز من الأشجار العالية في مناطق الحقول والمراعي لتخفيف شدة الرياح على المنطقة.

٤- يجب أن تكون الحراثة في المناطق المنحدرة باتجاه عمودي على اتجاه انحدار الأرض.

٥- بناء خزانات في أعالي المرتفعات لخزن المياه الزائدة التي تسبب عملية الجرف.

## ثانياً- ملوحة التربة:

أن ارتفاع نسبة بعض الأملاح في التربة يفقدها صلاحيتها للزراعة ويؤدي إلى هجر الناس للأرض واختفاء القرى والحقول من تلك الجهات التي تتعرض تربتها للملوحة ويواجه العراق هذه المشكلة أو الكارثة - كما يمكن أن نسميها- حيث تقدر مساحة الأراضي التي أصبحت تربتها ملحية بحوالي (٦٠٪) من مجموع مساحة الأراضي التي تروى سيحاً في سهله الجنوبي (الرسوبي)، وقد نشأت الملوحة في التربة لأسباب كثيرة بعضها من صنع الطبيعة وبعضها الآخر من صنع الإنسان وأهمها:

١- شدة التبخر بسبب قلة الرطوبة النسبية للهواء وارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف الطويل، مما يؤدي إلى كثرة تبخر مياه الري وتجمع الأملاح على سطح التربة.

٢- وجود الأملاح في مياه انهار العراق على الرغم من قلة الملوحة في مياه الأنهار أو وجودها بنسبة معتدلة فأن كثرة تبخرها فوق سطح التربة سنة بعد أخرى، يؤدي إلى تراكمها على التربة إلى الحد الذي يفقدها خصوبتها.



شكل رقم ( ١١٠) فيض الماء في الحقول

٣- **التصريف الرديء**، نظراً لانبساط السهل الجنوبي في العراق وقلة أو عدم وجود المصارف الطبيعية أو الاصطناعية (قنوات البزل) فأن مياه الري الزائدة تبقى على الحقل فتتعرض للتبخر الشديد وتتجمع أملاحها في النهاية، على سطح التربة فتفقد الأرض خصوبتها.

٤- **سوء الري**، كثيراً ماتغمر الحقول وخصوصاً في الصيف بالمياه من دون حساب لحاجة النبات وشدة التبخر وغيرها من العوامل التي تحدد بموجبها كميات المياه التي تعطى للحقول، وبذلك تفيض المياه عن حاجة الحقول التي تفتقر إلى نظام سليم للصرف فتتبخر تاركة الأملاح على سطح التربة.

٥- **وجود أملاح بنسبة عالية في المياه الجوفية**، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن السهل الرسوبي في العراق قد تكون في منخفض كانت تغطيه مياه البحر قديماً فتشعبت الأجزاء الباطنية من هذا السهل بأملاح البحر، وعليه فعندما تنفذ مياه الري والفيضانات إلى الأعماق فأنها تذيب الأملاح التي خلفها البحر ثم تنقلها معها فيما بعد عند صعودها إلى أعلى بواسطة الخاصية الشعرية إلى سطح التربة.

٦- **عامل الرشح (النزيز):** ويحدث عندما تكون جداول الري والأنهار أعلى من الأراضي المجاورة فترشح مياهها مذيبة في طريقها الأملاح من باطن

الأرض لترسبها على سطح التربة عند تعرضها للهواء والتبخر، ولاشك أن معالجة مشكلة الملوحة في التربة تتطلب إنشاء شبكة لتصريف مياه الري الزائدة وتنظيم ري الحقول وزيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالمياه بإضافة الأسمدة الحيوانية إليها، ثم تقليل رشح جداول الري بتغطية باطن الجداول بالاسمنت وغيره.

### ثالثاً- الزراعة المستمرة المنهكة للأرض:

تؤدي الزراعة المستمرة في الأرض الواحدة بالطبع إلى أن تفقد التربة معظم موادها الغذائية، خصوصاً اذا ما تبع ذلك شيء من التعرية السطحية وتسرب المواد المفيدة في التربة إلى الماء الباطني، وهناك طريقتان لحفظ خصوبة مثل هذه التربة، وهما طريقة «التبوير» أي ترك الأرض بوراً دون زرع فصلاً واحداً او سنة واحدة لتستريح وتستعيد بعض المواد الغذائية التي فقدتها وتتبع مثل هذه الطريقة في الجهات الزراعية قليلة السكان عادة أما الجهات الزراعية كثيفة السكان فلا تنجح هذه الطريقة، أما الطريقة الفعالة الأخرى، فهي تعويض التربة عما تفقده من المواد بتسميدها باستمرار بمواد عضوية ومعدنية ورسوبات الجداول والأنهار، أضف إلى هاتين الطريقتين، أسلوب استعمال المناوبة الزراعية المتوالية، أو زراعة المحاصيل البقولية مثل اللوبياء والباقلاء والعدس وغيرها بين فترة وأخرى في الحقل.

### أمثلة من تربة العراق:

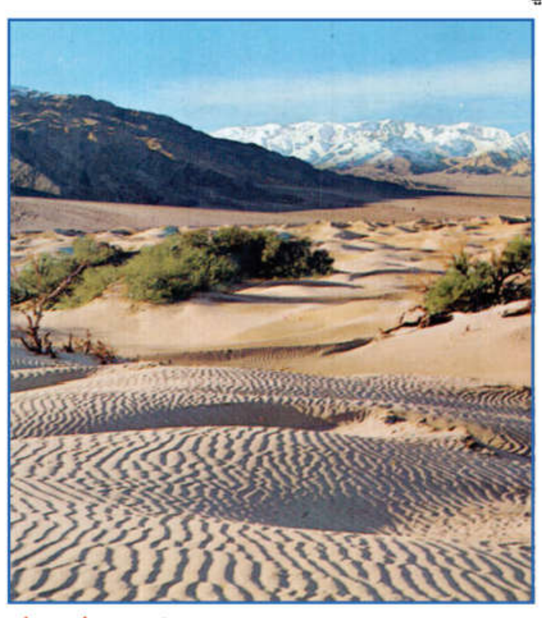
تختلف التربة في العراق من مكان إلى آخر تبعاً لاختلاف التضاريس والمناخ والنبات الطبيعي ولكنها رغم هذه الاختلافات، تتصف بصورة عامة بأنها فقيرة بالمواد العضوية وأنها غنية بألاملاح والمواد الغذائية الأخرى، ويرجع سبب فقر التربة بالمواد العضوية إلى قلة النبات الطبيعي وان الحرارة العالية في فصل الصيف الطويل تتلف (تؤكسد) المواد العضوية في التربة، أما غنى التربة بالاملاح والمواد الغذائية، فيعود إلى قلة الأمطار ونسبة التبخر العالية ورداءة التصريف ونوعية الصخور التي نشأت منها التربة ويقصد بغنى التربة بالأملاح احتوائها على كميات معتدلة منها لأن كثرتها تضر بالنبات، كما أن قلتها لاتفيد ويمكن أن نذكر فيما يأتي أهم أنواع الترب التي توجد في جهات العراق المختلفة وهي:

١- التربة الكستنائية: وتوجد عادة في سهول المنطقة الجبلية ووديانها، وهي تربة هشة في أقسامها العليا ولونها بني غامق وتحتوي على نسبة لابأس بها من المواد العضوية (١-٤٪)، كما تحتوي على نسبة عالية من المواد الكلسية ويتغير لونها اذا تعمقنا فيها حتى تتحول إلى اللون الرمادي على عمق (٣٠-٥٠) سنتيمتراً.

٢- التربة البنية: وتوجد ضمن المنطقة شبه الجبلية حيث يميل لونها الى الاسمرار قليلاً أو يميل إلى الحمرة بصورة خاصة في مناطق الدالات المروحية على الحافة الشرقية من السهل الرسوبي.

٣- التربة الصحراوية: وهي أوسع أنواع الترب انتشاراً وهي رملية اللون تقل فيها المواد العضوية جداً وتكثر فيها ترسبات الكلس- الجبس- وكثيراً ماتغطي سطحها جزيئات مختلفة الحجوم من الحصى والرمال والصخور الناعمة مما نتج عن تعرية الرياح، وتنتشر هذه التربة في المناطق الغربية والجنوبية الغربية من العراق.

٤- تربة السهل الرسوبي الجنوبي: وهي مجموعة متنوعة من الترب تكونت بصورة عامة من ترسبات الأنهار وهي تربة عميقة ناعمة تتألف من مواد غرينية ورملية وتختلف فيها نسبة المواد العضوية حيث تزداد بصورة خاصة في جنوب السهل وعلى جانبي الأنهار وفي مناطق المستنقعات حيث تكون التربة رطبة وتنمو عليها النباتات، كما تختلف نسبة الملوحة في تربة السهل بين نهر دجلة والحدود الإيرانية حيث تكونت التربة بدرجة كبيرة من الترسبات التي جلبتها مياه الجداول وسيول الأمطار التي تنحدر من الجبال الإيرانية وتكثر نسبة الأملاح في التربة كذلك في الأقسام الواطئة المنبسطة من السهل الرسوبي حيث يكون التصريف الطبيعي للمياه بطيئاً جداً.



شكل رقم (١١١)

## الهوامش

(١) تشكل التعديلات على نظرية الكويكبات نظرية جديدة تتفق مع النظرية الأولى في اعتبار إن أصل المجموعة الشمسية شمس كبيرة تأثرت بمرور احد النجوم بالقرب منها،ولكنها تختلف عنها في الطريقة التي انفصلت فيها الكواكب عن الشمس الأولى.ويطلق على النظرية الجديدة «نظرية المد الغازي».

(٢)تؤلف النجوم المزدوجة نسبة عظيمة بين النجوم التي تشاهد بواسطة المناظير المقربة. فالنجم القطبي مثلاً ليس نجماً واحداً وإنما هو مجموعة من خمسة نجوم يدور بعضها حول بعض كما إن النجمة المعروفة بـ «الشعري اليمانية»:وهي المع نجم في السماء وكذلك نجم مزدوج.

(٣)المليبار مقدار من القوة يساوي (١٠٢) داين/سم٢ .

(٤)يغلب على أعاصير البحر المتوسط والعروض الوسطى تسمية المنخفضات الجوية

(٥)ألجبهات: هي الحد الفاصل بين الكتلة الباردة والدافئة.

(٦)يضاف الى هذا العامل بالنسبة لكندا سقوط الثلوج في الفصل السابق للزراعة وهو الشتاء وذوبانها في أول الصيف مما يجعل التربة رطبة فلاتحتاج الى أمطار كثيرة.

(٧)اكتسبت هذه المجموعة من الآبار تسميتها من أقليم**Artios** في شمال شرق فرنسا.

(٨)القامة تساوي ٦أقدام أي أقل من مترين قليلاً

(٩) تبلغ نسبة الأملاح في الجهات المدارية من المحيط الأطلسي (٣٧) في الالف، أما الجهات الاستوائية منه فتبلغ (٣٥) في الالف وتبلغ في جهاته القطبية (٣٤) في الالف.

(١٠) تبلغ درجة الملوحة في البحر البلطي (١١) في الالف عند جنوب السويد ثم تنخفض الى (٣) في الالف عند خليج بوثينا في شمال البحر.

(١١)تراوح نسبة الاملاح في البحر الأسود بين (١٧و١٨) في الالف، بينما تصل هذه النسبة في البحر الأحمر صيفاً الى (٤٠) في الالف.

(١٢) تبلغ نسبة الاملاح في البحر المتوسط عند جبل طارق حوالي (٣٦) في الالف وتصل الى (٣٩) في الالف عند غزة على شاطيء فلسطين.

(١٣) يعتبر أخدود (سوند) أعمق جهات المحيط الهندي ويبلغ (٤٠٧٦) قامة.

(١٤) ويعتبر البعض إن متوسط عرض الأرصفة القارية يبلغ نحو (٦٥) كيلو متراً وان متوسط انحدارها نحو (٧٠) درجة، ومتوسط أعماق تتراوح بين (٦٠– ٨٠) قامة أو (١١٠– ١٤٦) متراً.

(١٥)الانثناءات: هو تغير بسيط في اتجاه مجرى النهر.

(١٦)المنعطف: هو تغير كبير في اتجاه مجرى النهر يزيد على٩٠ درجة.

(١٧)يحمل المسيسيبي من الغرين إلى البحر سنوياً حوالي (١٣٦) مليون طن من هذه المواد.

(١٨) ينقل المسيسيبي إلى البحر سنوياً (٧٥٠٠) مليون قدم مكعب من الترسبات مما يكفي لبناء مخروط مساحة قاعدته ميل مربع وارتفاعه (٣٦٨) قدماً.